

CONTENTS OF NO. 23

(In Japanese with English summary except * in English)

*TAKANO, H.

Plankton diatoms western Aleutian waters in the summer, 1953 (1)

HIRANO, T.

On the salinity of a small inlet connected with a bay by a
channel (13)

KAWADA, S. and YOSHIMUTA, C.

Fundamental study of the detection of fish by supersonic wave — II.

Supersonic reflection coefficient of fishing net (25)

TAKAYAMA, S., SHIMOZAKI, Y. and KANNA, K.

Studies on the effects of net preservatives — I.

Preserving effects dependent on conditions applying a commercial
copper naphthenate to twine (39)

*MATSUMOTO, J. J.

Studies on muscle proteins of the squid (51)

TETSUMOTO, S.

Studies of preservation of marine products by chemical
preservative — IV. Effect of nitrofurans compounds on the keeping
quality of raw fish and shellfish (65)

Published Quarterly by

TOKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

TSUKISHIMA, CHUO-KU, TOKYO

JAPAN

本報告略号
—東海水研報—

Abbreviation of this bulletin
—Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.—

昭和 34 年 2 月 25 日 印刷
昭和 34 年 2 月 28 日 発行

発行所 水産庁東海区水産研究所
東京都中央区月島 3 号地

発行者 源 生 一 太 郎
東京都中央区月島 3 号地

印刷者 田 中 忠 雄
東京都中央区新富町 3 の 6

印刷所 日本応用印刷株式会社
東京都中央区新富町 3 の 6
電話 築地 (55) 7191~5

Plankton Diatoms in Western Aleutian Waters in the Summer, 1953*

Hideaki TAKANO

Introduction

The first notice of diatoms in waters to the east of Kamtschatka Peninsula has been given by BAILEY (1856, a, b), who ascertained seventeen species in the bottom of the sea of Kamtschatka. After him some authors referred to or dealt with the plant in taxonomic works and the historical reviews are detailed by ELENKIN (1914) and KISSELEW (1937).

Since 1952, a number of samplings of plankton in the area have been carried out by Japanese planktonologists accompanying hydrographic investigations for salmon fishing, and some reports have been published. Among them, the result handling the samples collected during the cruise of T.S. 'Oshoro-maru' from May to June, 1953, (MOTODA and KAWARADA, 1955) is noteworthy, because the collection was performed about a month earlier than the present series in the allied areas.

The present paper is a study of pelagic diatoms in the grounds and adjacent areas dealing with the material collected by the writer himself at forty-three stations to the north of 46°N (Fig. 1) and nine stations in both ways going and returning to the

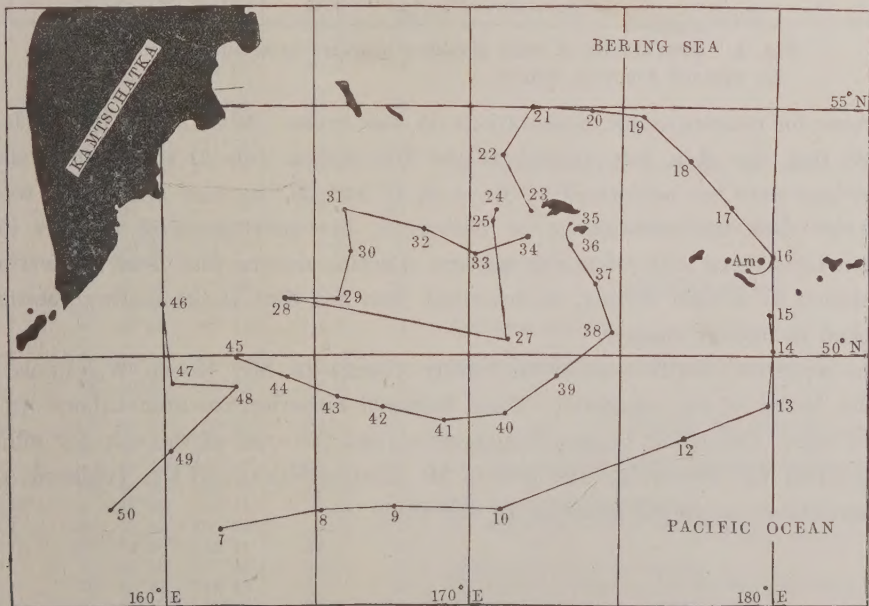


Fig. 1. Map to show the routes followed in making the collections in western Aleutian waters.

* Received Dec. 26, 1958.

Contribution A, No. 93 from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

grounds (Fig. 4), aboard the research vessel 'Tenyo-maru', Fisheries Agency, Japanese Government, during her cruise from May to July, 1953. For usual sampling, a silk net* was towed vertically from the depths to the surface through a distance of 50 meters at each station. The positions and dates of sampling of the material coincide

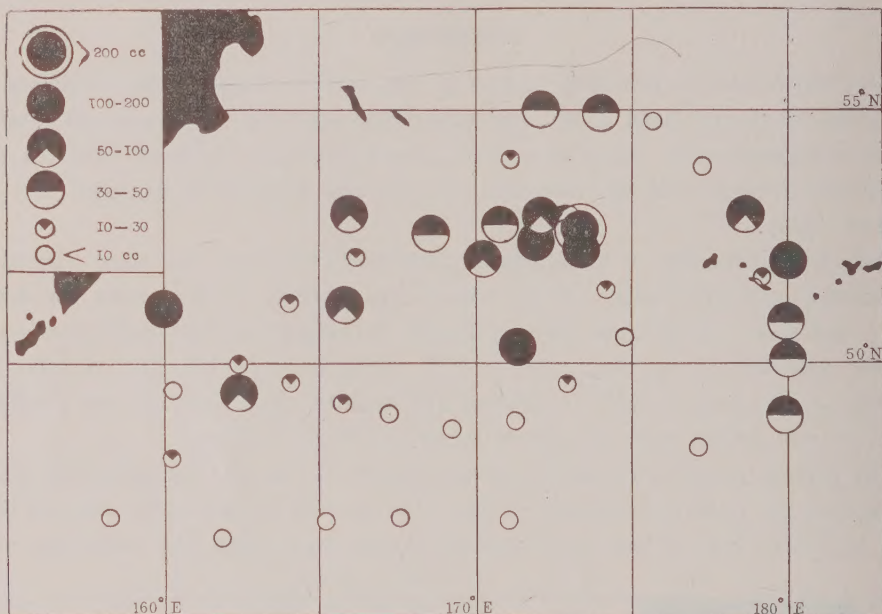


Fig. 2. Distribution of total plankton quantity in settling volume in western Aleutian waters.

with those for oceanographic observations in the cruise (WATANABE, 1953). It was May 22 that the ship was located at the first station, July 22 at the final station, and tows were not performed at Sts. 4, 6, 11 and 26, because of stormy weather (Table 1). For the convenience of discussion, the distribution of diatoms in the northern forty-three stations in the western Aleutian waters (Sts. 7-50), referring to the relation to salmon fishing, is described first and that of the southern stations is mentioned in another chapter.

The writer wishes to express his sincere thanks to Mr. Nobuo WATANABE, who was the leader of the expedition, Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Mr. Shotaro SAKAI, the captain of the 'Tenyo-maru', and the crew of the ship for affording the facilities for collecting, and also to Mr. Zinziro NAKAI and Dr. Tokiharu ABE in the Laboratory for giving facilities for the study.

* Conical net of HENSEN's type, 22.5 cm. in mouth diameter, 1 m. long, made of bolting silk of 128 meshes a linear inch.

Table 1. Total plankton quantities, number of species of diatoms and leading species at each station.

St.	Date (1953)	Station		Settling volume (c.c.)	Number of spp.	Leading species
		N	E			
1	May 22	37°54'	143°58'	7.0	12	<i>Ch. didymus</i> v. <i>anglica</i> , <i>Ch. lorenzianus</i>
2	23	39°50'	146°51'	3.5	4	<i>Coscinodiscus</i> spp. (<i>Ceratium tripos</i>)
3	24	41°17'	150°34'	158.6	8	<i>Corethron hystris</i> , <i>Rh. hebetata</i> f. <i>semispina</i>
5	25	43°04'	156°00'	4.0	8	<i>Ch. decipiens</i>
7	27	46°32'	161°47'	6.0	10	<i>Ch. concavicornis</i>
8	28	46°48'	165°17'	0.6	12	" f. <i>volans</i> , <i>Nitzschia seriata</i>
9	"	46°52'	167°41'	1.5	10	" " , "
10	29	46°48'	171°00'	0.6	8	" " , <i>Skeletonema costatum</i>
12	31	48°20'	177°00'	0.8	6	" "
13	"	48°57'	179°47'	35.6	12	" "
14	June 1	50°04'	180°00'	40.9	27	" " , <i>Ch. radicans</i>
15	"	50°44'	179°58'	41.5	29	<i>Ch. atlanticus</i> , "
Am	5	51°40'	179°10'	22.1	32	" , " , <i>Ch. debilis</i>
16	7	52°00'	180°00'	148.5	30	" " "
17	"	52°58'	178°35'	59.2	24	<i>Ch. lacinosus</i> , <i>Ch. debilis</i>
18	8	53°54'	177°12'	6.5	25	" , <i>Ch. atlanticus</i> , <i>Ch. decipiens</i>
19	"	54°45'	175°40'	4.0	8	<i>Ch. decipiens</i>
20	"	54°51'	174°00'	33.0	19	<i>Ch. concavicornis</i>
21	9	55°00'	172°00'	30.2	19	"
22	"	54°00'	171°00'	16.4	15	"
23	"	52°55'	172°00'	81.9	27	<i>Ch. atlanticus</i> , <i>Ch. radicans</i> , <i>Ch. convolutus</i> , <i>N. seriata</i> , <i>Rh. alata</i> f. <i>inermis</i>
24	14	52°56'	170°50'	35.3	14	<i>Ch. concavicornis</i> f. <i>volans</i>
25	18	52°46'	170°48'	33.4	11	" "
27	20	50°17'	171°13'	167.6	21	<i>Ch. atlanticus</i> , <i>Ch. radicans</i> , <i>Ch. convolutus</i> , <i>Rh. alata</i> f. <i>inermis</i>
28	26	51°10'	164°00'	27.6	14	<i>Ch. concavicornis</i>
29	27	51°07'	165°52'	83.6	7	" f. <i>volans</i>
30	29	52°03'	166°12'	13.8	8	" "
31	30	52°57'	166°02'	80.0	8	" "
32	July 1	52°32'	168°38'	30.5	10	" "
33	"	52°02'	170°10'	90.7	9	"
34	"	52°22'	171°55'	114.0	12	"
35	5	52°32'	173°28'	210.6	24	<i>Ch. atlanticus</i> , <i>Ch. radicans</i> , <i>Rh. alata</i> f. <i>inermis</i>
35'	7	"	"	365.4	24	" " "
36	8	52°17'	173°24'	142.1	21	"
37	"	51°24'	174°04'	24.3	15	" , <i>Thalassiothrix longissima</i>
38	"	50°25'	174°44'	1.8	15	"
39	9	49°31'	172°58'	15.7	11	<i>Ch. concavicornis</i>
40	"	48°48'	171°08'	1.6	11	" , <i>Nitzschia seriata</i>
41	10	48°39'	169°11'	2.0	9	"
42	"	48°56'	167°18'	5.0	11	<i>Nitzschia seriata</i>
43	11	49°09'	165°46'	13.0	11	<i>Ch. concavicornis</i> , <i>Nitzschia seriata</i>
44	12	49°35'	164°05'	11.0	9	"
45	"	49°57'	162°22'	10.0	10	"
46	17	51°04'	160°00'	129.1	13	" f. <i>volans</i> , <i>Rh. hebetata</i> f. <i>semispina</i>
47	18	49°24'	160°18'	6.0	16	<i>Nitzschia seriata</i>
48	"	49°20'	162°20'	80.5	12	<i>Ch. concavicornis</i> , <i>Thalassiothrix longissima</i>
49	19	48°08'	160°10'	15.0	7	" "
50	"	46°56'	158°12'	5.0	14	<i>Thalassiothrix longissima</i>
51	20	45°42'	155°52'	5.0	8	<i>Ch. convolutus</i> , <i>Cosc. marginatus</i>
52	21	44°30'	153°41'	30.4	8	"
53	"	43°16'	151°22'	27.6	9	<i>Thalassiothrix longissima</i>
54	22	42°21'	148°42'	15.1	9	(<i>Ceratium longipes</i> , <i>Parafavella gigantea</i>)
55	"	41°42'	146°15'	35.6	10	<i>Thalassiothrix longissima</i>

I. Western Aleutian waters

a. Geographical distribution of diatom communities

The quantity of plankton at each station was represented by settling volume.* As diatoms occupied an important part of samples particularly in those showing more than 10 c.c. in volume in a haul, the distribution of their abundance well corresponded to that of total plankton volume collected by the net (Fig. 3). According to the quantity of plankton and the character of diatom flora in samples, the waters are divided into following three regions.

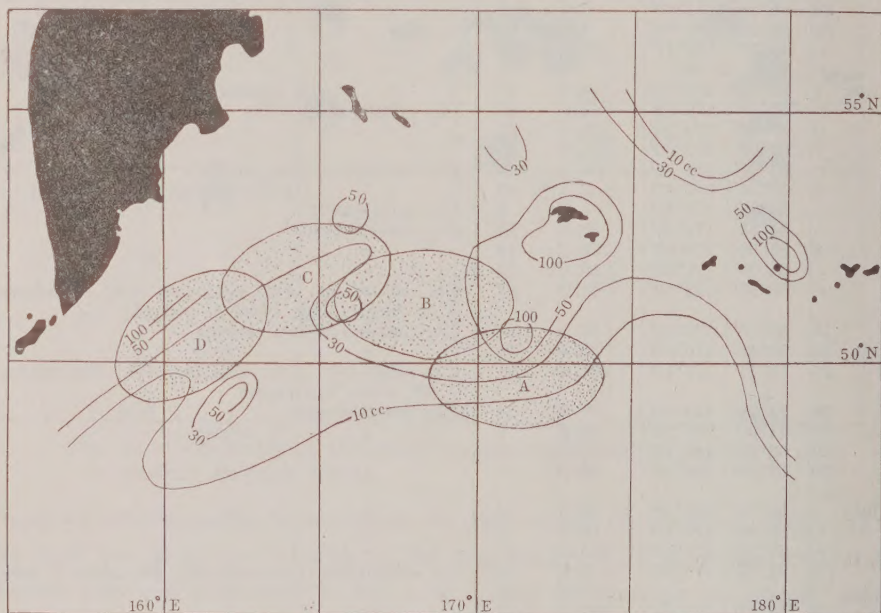


Fig. 3. Isoquants of total plankton volume and the transition of salmon fishing grounds in the summer, 1953.

1. Oceanic waters—Sts. 7–12, 18, 19, 38, 40–42, 47 and 50.

The total plankton volume was less than 10 c.c. in a catch, and diatoms were negligible in quantity. Not many species of diatoms appeared in most stations, but some catches taken in areas bordering upon neritic water were rich in species.

2. Subneritic waters—Sts. 13, 14, 20–22, 24, 25, 28–34, 39, 43–46, 48 and 49.

The catch was usually 10–50 c.c. in volume, at some stations exceeding over the range. Diatoms were commonly present in considerable quantity but not so abundant in species as compared with inner neritic waters. *Chaetoceros concavicornis* (type and form *volans*) and *Nitzschia seriata* were dominating for the most part.

3. Neritic waters—Sts. 15–17, 23, 27, 35–37.

* Settling volume of plankton in each bottle 24 hours after shaking was measured in November, 1953.

The catch was more than 50 c.c. in volume, at some stations exceeding over 100 c.c. Not only some neritic diatoms, especially *Hyalochaetes*, were dominating, but also species appearing in the areas increased in number.

It has hitherto known by some workers that in high latitudes luxurious blooming of marine diatoms take place only in summer (VANHÖFFEN, 1897; KOKUBO, 1931-1940). When the present materials were collected, it must be the most productive season of the year in the western Aleutian waters. However, the production was not uniform throughout the area because of uneven distribution of nutrients and movements of water. Diatoms were concentrated in the surroundings of islands, and were forming some notable patches in subneritic areas, while barren waters were distributed in the offing both in the Pacific and the Bering Sea.

At stations adjacent to Attu Island (Sts. 23, 35-37), prevailing diatoms were *Chaetoceros atlanticus*, *Ch. convolutus*, *Ch. radicans*, *Ch. debilis*, *Nitzschia seriata*, *Rhizosolenia alata* f. *inermis* and *Thalassiothrix longissima*. At St. 27, a little far south to Attu I., the quantity of plankton was considerably large in volume, measuring 167.6 c.c. In the same decade of the month, transparency of water around the station was remarkably low (TAGUCHI and HIROSE, 1954). The diatoms collected at the station were mostly neritic species similar to those in the surroundings of Attu I., showing dominance of same species mentioned above. This gives evidence of a branch of the coastal water mass around Attu I. spread southerly to the station.

Another heavy catch showing neritic character was obtained at St. 16, near Semiopochnoi I., measuring 148.5 c.c. in a haul. At Sts. 15-17, *Ch. radicans*, *Ch. debilis* and *Ch. atlanticus* were dominating. According to MOTODA and KAWARADA (1954), neritic water, being rich in *Hyalochaetes*, was distributed almost allied areas in May of the year. Though poor observations in the Bering Sea brought no clear figures, it seems that in June the heavy productive areas were reduced restrictedly near the islands.

At St. 46, the nearest station to the Kamtschatka Peninsula, though the quantity of plankton was considerably large measuring 129.1 c.c. in a haul, the character of the diatom community was similar to that of subneritic water, showing dominance of *Ch. concavicornis* and rare appearance of neritic species.

Throughout the forty-three stations to the north of 46°N, total plankton volume ranged from 0.6 c.c. to 365.4 c.c. The most heavy catch was at St. 35 near Attu I. At the same station 20 liters of sea water was dipped from the surface and brought to the laboratory for examination. The settling volume of total plankton in the 20 liter water was 139 c.c., the number of diatom cells 971, 850 per liter and the number of diatom colonies 196,850 per liter. In Japanese waters, cell number of diatoms in the sea sometimes attains to 1,000,000 per liter. In the present study, in spite of large quantity of diatoms in appearance in settling volume throughout neritic and subneritic areas, the cell number of diatoms in the most heavy catch did not show extravagant largeness without exceeding over the range. This might be caused by dominant existence of robust *Phaeoceros* such as *Ch. atlanticus*, *Ch. concavicornis*, *Ch. convolutus*, which increase settling volume by their long setae.

Diatoms usually propagate in the upper strata of the sea for living by photosynthesis. In the present survey, 230 c.c. of sea water was collected from 25, 100 and 300 meter layers in depth at three stations. In water obtained from the depth of 25 m., there were considerable diatom colonies [14,250 per liter at St. 31; 1,160 at St. 42; 2,664 at St. 52 (Fig. 4)]. In 100 m. and 300 m. layers in depth, diatom cells or fragments

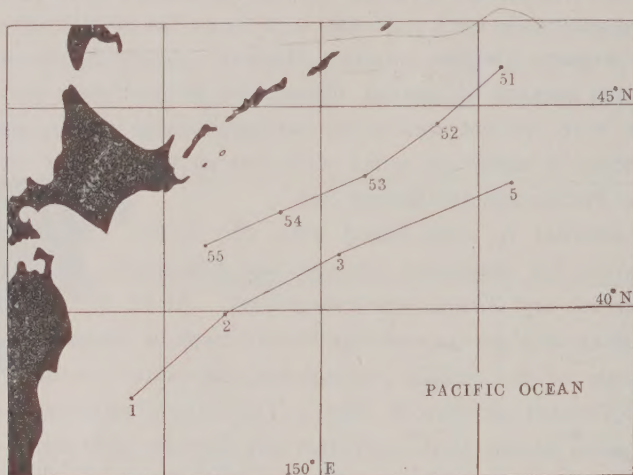


Fig. 4. Map to show the routes followed in making the collections south to 46°N.

were noticed but remarkably decreased in number to less than 25 colonies per liter at each station, containing individuals of *Corethron hystrix*, *Eucampia groenlandica*, *Nitzschia seriata* and *Coscinodiscus* sp. According to the result of oceanographic observation, the water of lower temperature, than the surface and lower layers, is occupying the middle layers, from 75–150 m. in depth, of the present area in the summer. Even in the locality where the considerable population of diatoms was developing near the surface, it is probable that the vigorous propagation of them might be confined in the water of upper strata than the cold water in middle layers.

b. Relation between distribution of diatoms and migration of salmon

According to the current system of the western Aleutian waters described by WATANABE (1954), major salmon fishing grounds were located in the vicinity of boundary areas between subarctic surface cold water and northward flowing warm water. The isoquants of total plankton volume in the present material, which roughly represent the distribution of diatoms, and the transition of salmon fishing boats in the summer of 1953 (cited from WATANABE, 1953) are shown in Fig. 3. Late in May, fishing was carried out around 50°N, 172°E, south to Attu I. (A in Fig. 3). As days passed, the location of fishing boats moved northwestward along the islands in June (B) and early in July (C), then turned southwestward along the coast of Kamtschatka Peninsula late in July (D).

Assuming that the westward transition of fishing boats coincided with the migrating course of main salmon schools in the area, off shore waters in the Pacific, where the water was warm and the production of diatoms was poor, did not teem with the fishes.

Areas most favorable for salmon fishing were also not located in the neighborhood of the islands, where neritic diatoms were blooming in heavy concentration, but in subneritic waters bordering upon oceanic barren water, where the phytoplankton was moderate in quantity and some larger patches of diatoms were present in the vicinity (Fig. 3).

As an important reason of migration of salmons in such circumstances, the distribution and movements of their food animals seem to be most effective. It has been demonstrated that generally there is an inverse relationship between the quantities of zooplankton and phytoplankton taken in any one limited area, and some authors have claimed various opinions for explaining the phenomenon. Recently BAINBRIDGE (1953), on the basis of experimental observations on behaviors of zooplankton in phytoplankton patches, proposed his 'migration hypothesis' emphasizing the ability of directive swimming by plankton animals.

As a matter of fact, salmons migrate in summer exclusively for feeding, making preparation of breeding in fall, and their food is composed mainly of some kinds of euphausiids, amphipods and large-sized copepods (NAKAI and HONJO, 1954). Oceanic barren water seems to be poor in zooplankton, for their food is not enough. High concentrations of diatoms in neritic areas may be in some way distasteful to plankton animals. Then subneritic waters, where cold and warm water masses contact each other, are supposed as rich in vegetable detritus and favorable for such herbivorous crustaceans for grazing migration. And following the westward transition of boundaries of water masses, swarms of plankton animals and schools of salmons may move westward seeking their respective food.

c. Genera and species

In this particular group of catches from the western Aleutian waters, 48 diatoms belonging 22 genera were observed. Of the species, varieties and forms covered by this report, 39 belong to the Centricae and 9 to the Pennatae. The species and their distribution in the present area were as follows:

1. Centricae

Stephanopyxis nipponica GRAN & YENDO—Appeared in neritic water. Not abundant.

Sceletonema costatum (GREVILLE) CLEVE*—Rare in oceanic water in the Pacific.

Thalassiosira Nordenskiöldii CLEVE—Appeared mainly in neritic water. Not abundant.

Thalassiosira decipiens (GRUNOW) JØRGENSEN—Widely distributed in subneritic water in small quantity. Somewhat prominent in neritic water.

Coscinodiscus marginatus EHRENBERG—Widely distributed in small quantity.

Coscinodiscus lineatus EHRENBERG—Rare in neritic water.

* The occurrence of the species in northern waters is not uncommon, for ELENKIN (1914) reports it from Avatcha Bay, Kamtschatka Peninsula, KISSELEW (1937) from Bering Strait, and ALLEN (1927) and CUPP (1937) from Alaskan waters. Though the plant blooms generally in temperate neritic water, it was detected in the present study only in oceanic region (Sts. 8, 10 and 12) in very slim shape.

- Coscinodiscus thorii* PAVILLARD—Rare in subneritic water in the Pacific.
- Coscinodiscus asteromphalus* EHRENBURG—Rare in Bering Sea.
- Coscinodiscus centralis* EHRENBURG—Rare in neritic and subneritic water.
- Coscinodiscus oculus iridis* var. *borealis* (BAILEY) CLEVE—Widely distributed in small quantity.
- Asteromphalus Brookei* BAILEY—Widely distributed in small number.
- Corethron hystrix* HENSEN—Appeared in most stations in small number.
- Lauderia borealis* GRAN—Rare in neritic water.
- Detonula confervacea* (CLEVE) GRAN—Rare in subneritic water.
- Leptocylindrus danicus* CLEVE—Rare in neritic water.
- Rhizosolenia fragilissima* BERGON—Rare in neritic and subneritic water.
- Rhizosolenia styliformis* BRIGHTWELL—Rare in the Pacific water.
- Rhizosolenia hebetata* form *hiemalis* GRAN—Common in neritic and subneritic water.
- Rhizosolenia hebetata* form *semispina* (HENSEN) GRAN—Common in whole areas. Prominent in St. 46.
- Rhizosolenia alata* form *curvirostris* GRAN—Rare in neritic and subneritic water.
- Rhizosolenia alata* form *inermis* (CASTRACANE) HUSTEDT—Widely distributed. Abundant in neritic water. Prominent in Sts. 23, 27 and 35.
- Chaetoceros atlanticus* CLEVE—Common in most stations. Dominant in neritic water and prominent in Sts. 15-16, 23, 27, 35-37.
- Chaetoceros atlanticus* form *audax* (SCHÜTT) GRAN—Rare in neritic water.
- Chaetoceros densus* CLEVE—Rare in Bering Sea.
- Chaetoceros concavicornis* MANGIN—Common in most stations. Prevalent in subneritic water and prominent in Sts. 14, 20-22, 28, 33, 34, 39, 43-45, 48.
- Chaetoceros concavicornis* form *volans* (SCHÜTT) HUSTEDT—Common in subneritic water. Prominent in Sts. 13, 24, 25, 29-32, and 46.
- Chaetoceros convolutus* CASTRACANE—Common in subneritic area and rather prominent in Sts. 23 and 27.
- Chaetoceros decipiens* CLEVE—Common in neritic water.
- Chaetoceros decipiens* form *singularis* GRAN—Appeared in neritic and subneritic water frequently in small number.
- Chaetoceros teres* CLEVE—Appeared mainly in neritic water. Not abundant.
- Chaetoceros compressus* LAUDER—Appeared mainly in neritic water. Not abundant.
- Chaetoceros didymus* EHRENBURG—Appeared mainly in neritic water. Not abundant.
- Chaetoceros constrictus* GRAN—Appeared mainly in neritic water. Not abundant.
- Chaetoceros affinis* var. *willei* (GRAN) HUSTEDT—Appeared in neritic and subneritic water. Not abundant.
- Chaetoceros lacinosus* SCHÜTT—Not rare in subneritic water, and rather dominant in neritic water. Prominent in St. 17.
- Chaetoceros subsecundus* (GRUNOW) HUSTEDT—Rare in neritic water.
- Chaetoceros curvisetus* CLEVE—Appeared mainly in neritic water. Not abundant.
- Chaetoceros debilis* CLEVE—Appeared mainly in neritic water. Prominent in Sts. Am, 16, 17.

Chaetoceros radicans SCHÜTT—Abundant in neritic water. Prominent in Sts. 15-16, 23, 27, 35.

Chaetoceros socialis LAUDER—Rare in St. Am.

Eucampia groenlandica CLEVE—Rare in neritic water.

Ditylum Brightwellii (WEST) GRUNOW—Rare in neritic water.

Biddulphia longicruris GREVILLE—Rare in neritic water.

Biddulphia aurita (LYNGBYE) BREBISSON & GODEY—Rare in neritic water.

2. Pennatae

Licmophora abbreviata AGARDH—Rare in neritic water.

Fragilaria islandica GRUNOW—Rare in neritic water.

Synedra radians KUTZING—Rare in offshore water.

Denticula marina SEMINA—Widely distributed. Common in most stations but not abundant.

Thalassionema nitzschioides GRUNOW—Rare in neritic water.

Thalassiothrix longissima CLEVE & GRUNOW—Widely distributed in whole area and sometimes appeared prominently. Dominant in Sts. 37, 48 and 50.

Tropidoneis lepidoptera (GREGORY) CLEVE—Rare mainly in neritic water.

Nitzschia closterium (EHR.) W. SMITH—Rare in neritic water.

Nitzschia seriata CLEVE—Widely distributed in whole area and rather notable in subneritic water. Prominent in Sts. 23, 42, 43 and 47.

II. Southern waters

Towings were performed at four stations (Sts. 1-5) during May 22-25 on going to the salmon fishing grounds, then five stations (Sts. 51-55) in July 20-22 on returning (Fig. 4). The quantity of total plankton in settling volume at each station is shown in Fig. 5.

In areas containing those stations, the distribution of water masses must be

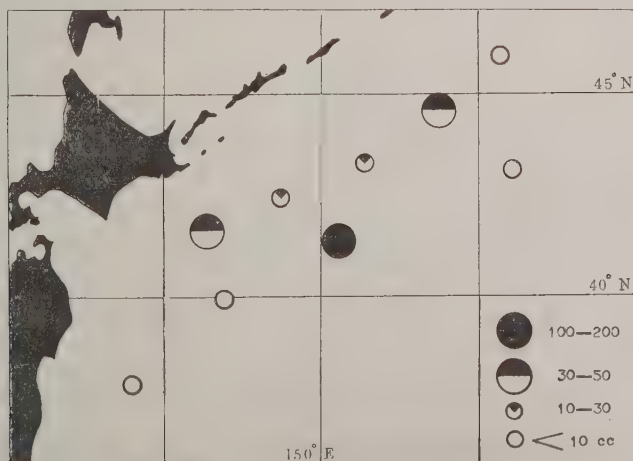


Fig. 5. Distribution of total plankton quantity in settling volume south to 46°N.

somewhat intricate, because of mixing between southwestward flowing cold current named 'Oyashiwo' and warm currents from southern areas and the Straits of Tsugaru. As the result of examination on diatom flora collected in interrupted durations in those nine stations seems not enough for discussing the distribution of water masses in the area, only main constituents of diatom flora at each station are here recorded:

- St. 1 (May 22). Diatoms were small in quantity and habitants in warm water were common. *Chaetoceros didymus* var. *anglica* (GRUN.) GRAN and *Ch. lorenzianus* GRUN. were prevalent. *Rhizosolenia cochlea* BRUN, *Rh. robusta* NORMAN, *Chaetoceros coarctatus* LAUDER, *Coscinodiscus wailesii* GRAN & ANGST and *Hemidiscus hardmanianus* (GREV.) MANN were worthy of special mention.
- St. 2 (May 23). *Ceratium tripos* MULLER NITZSCH (Dinoflagellata) was prevalent and diatoms were rare in number. *Coscinodiscus centralis*, *C. thorii* and *C. wailesii* rarely appeared.
- St. 3 (May 24). Diatoms were blooming in large quantity, being measured 158.6 c.c. in volume. Leading species were *Rhizosolenia hebetata* form *semispina* and *Corethron hystrix*. A few habitants in cold water appeared commonly with them.
- St. 5 (May 25). Diatoms were small in quantity. *Ch. decipiens* was prevalent and *Coscinodiscus radiatus* EHR. appeared.
- St. 51 (July 20). Diatoms were small in quantity. *Ch. convolutus* and *Coscinodiscus marginatus* were dominating in number.
- St. 52 (July 21). Diatoms were middling in quantity. *Ch. convolutus* was dominant.
- St. 53 (July 21). Diatoms were middling in quantity. *Thalassiothrix longissima* appeared prominently.
- St. 54 (July 22). *Ceratium longipes* (BAILEY) GRAN (Dinoflagellata) and *Parafavella gigantea* (BRANDT) KOFOID & CAMPBELL (Tintinninea) appeared notably, and diatoms were rare in number.
- St. 55 (July 22). Diatoms were middling in quantity. *Thalassiothrix longissima* was dominating in number. *Fragilaria cylindrus* GRUN. appeared in small number.

References

- ALLEN, W.E. 1927: Surface catches of marine diatoms and dinoflagellates made by U.S.S. "Pioneer" in Alaskan waters in 1923. Bull. Scripps Inst. Oceanogr., Univ. Calif., T.S., vol. 1, no. 4, pp. 39-48.
- BAILEY, J.W. 1856a: On some specimens of deep sea bottom, from the sea of Kamtschatka, collected by Lieut. Brooke. Amer. Jour. Sci. Arts, ser. 2, vol. 21, pp. 284-285. New Haven.
- 1856b: Notice of microscopic forms in the sounding of the sea of Kamtschatka. *Ibid.*, vol. 22, pp. 1-6.
- BAINBRIDGE, R. 1953: Studies on the interrelationships of zooplankton and phytoplankton. Jour. Mar. Biol. Ass. U.K., vol. 32, pp. 385-447.
- CUPP, E.E. 1937: Seasonal distribution and occurrence of marine diatoms and dinoflagellates at Scotch Cap, Alaska. Bull. Scripps Inst. Oceanogr., Univ. Calif., T.S., vol. 4, no. 3, pp. 71-100.
- ELENKIN, A.A. 1914: Die Meeresalgen Kamtschatka's aus den Klassen der Diatomeen und Peridineen. Kamtsch. Exp. F.P. Riabushinsky's Bot. Sec., no. 11. Moscow. (In Russ)
- KISSELEW, I.A. 1937: Zusammensetzung und Verteilung des Phytoplanktons im nördlichen Teil

- des Beringmeeres und im südlichen Teil des Tschuktschenmeeres. Issledovania Morei, no. 25, pp. 217-245. Leningrad. (In Russ)
- KOKUBO, S. 1931-1940: Plankton Jiho, nos. 1-15, 154 pp. National Research Council, Ministry of Education, Japanese Government. (In Japanese)
- MOTODA, S. and KAWARADA, Y. 1955: Diatom communities in western Aleutian waters on the basis of net samples collected in May-June 1953. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ., vol. 6, no. 3, pp. 191-200.
- NAKAI, Z. and HONJO, K. 1954: A preliminary report on surveys of plankton and salmon stomach contents from the North Pacific, 1952. Special Publ., Tokai Reg. Fish. Res. Lab., no. 3, pp. 6-12. (Mimeogr. publ.)
- TAGUCHI, K. and HIROSE, Y. 1954: Surface currents and oceanographical condition in the northern Pacific salmon fishing ground. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., vol. 20, no. 7, pp. 576-580. (In Japanese)
- VANHÖFFEN, E. 1897: Die Fauna und Flora Grönlands. Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, vol. 2. Berlin.
- WATANABE, N. 1953: Dai 2 ji hokuyokeisongyogyo kaiyochosa o oete. Suisankai, no. 827, pp. 44-48. (In Japanese)
- 1954: A report on oceanographical investigations in the salmon fishing grounds of the North Pacific, 1952 and 1953. Special Publ., Tokai Reg. Fish. Res. Lab., no. 3, pp. 1-5. (Mimeogr. publ.)

1953 年夏の北洋鮭鱒漁場における浮游珪藻とその分布

高 野 秀 昭

要 約

1953 年夏、天鷹丸による西部アリューシャン海域鮭鱒漁場調査の際、同船に乗船した者は北緯 46 度線の北側 43 点、往復路 9 点、計 52 点より北原式定量採集網による浮游生物の採集を行った。同標本により、上記海域にみられる生物群衆中特に珪藻類の定性と分布に就き観察した結果をここに報告する。

1. 西部アリューシャン海域を通観すると、珪藻量の小さい外洋域、量の非常に大きい沿岸域、及び中等の準沿岸域があり、出現種の分布にも夫々特徴がある。
2. この年には鮭鱒漁場は準沿岸域と外洋域との境附近に位置し、日がたつにつれ西進した。之は寒暖両水塊の接触域が時間的に移動したとと合致しているが、生物学的には鮭鱒の餌となる動物衆群が、更にその餌料である珪藻その他微細プランクトンを捕食すべく好適な環境を追つて洄游し、之に従つて鮭鱒群の洄游が行われたと考えられる。
3. 浮游珪藻類 22 属 48 種が、北緯 46 度以北の西部アリューシャン海域で観察された。
4. 往復路の 9 点に関しては、地点間の距離が大きく、且、採集時期が分離しているため総合的に論ずるには不備なので、各地点の珪藻群の特性を記述するのみにとどめた。

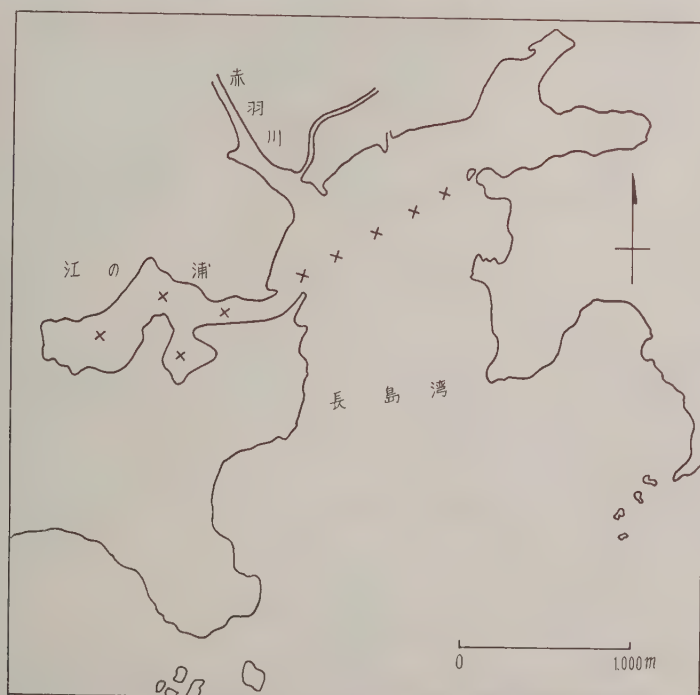
水道によつて内湾と連る入江の塩分について*

平 野 敏 行

緒 言

複雑に入組んだ湾には、種々な形の副次的な小内湾（入江）が数多く形成されている。一般にこの様な入江は河川その他の陸水の流入とこれに連なる海湾を通して起る潮汐流とによつて、水の交換が行われると考えられる。この様な入江は、例えば、三重県に於ては、真珠やカキの養殖場として恰好な場所となつている。故にこの様な入江内に於ける水温、塩分やその他栄養塩類等海洋諸要素の変動や、陸水、外海水等との混合及び流動状況等の諸性質を知ることは、この様な入江の生産力と関連して極めて重要な事であろう。

ここでは三重県宮川ダム放水に関連して、長島湾江の浦に於ける海洋諸要素の変動の一つとして、塩素量変動の模様について考察する。この江の浦は三重県熊野灘沿岸、桂城湾の一小湾長島湾内に副次的に、小水道によつて長島湾湾奥と連つている入江で（第1図）赤羽川河水（宮川ダム放水がこ



第1図 長島湾，江の浦全図，×印は観測点

の調査期間赤羽川を通じて、長島湾に多量流出していたため、長島湾の塩素量は極端に低下した）の流入と外海水との関連によつて、決定される長島湾湾奥の塩素量分布^{2), 4)}の変化に応じて、江の浦内の塩素量分布は変動する。即ち、江の浦内の塩素量分布或は江の浦内水の交換は i), 長島

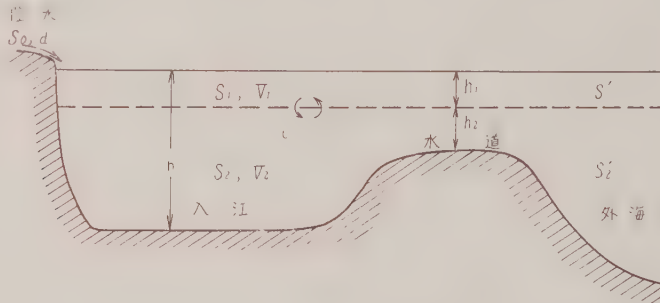
* 1958 年 11 月 17 日受理 東海区水産研究所業績 A 第 90 号

河川水の塩素量分布（上にその図を参照）：これは河川水の流入する小内湾では、顕著な二重層を形成し、上層は河川水の影響を受けた低鹹水、下層は高鹹な外海水となつているのが常である²⁾）、ii) 潮汐混合、iii) 江の浦の地形（スケール）、iv) 江の浦へ直接流入する陸水（降雨を含む）等によつて定まると考えられる。

一般に、この様な Estuary に於ける事情条件の時は、水質汚濁の問題とも関連して、KETCHUM, TULLY, PRITCHARD 等の調査研究があり、ARONS and STOMMEL 等の理論的な研究もあるが、これらは大体に於て大規模な Estuary に対するものであり、ここに問題とする内湾内の入江においては岡田³⁾ (1938)、平野¹⁾ (1955) によつて採用された方法が最も実際の様に思われる。ここでは上に述べた i) ~ iv) の要因を考慮し、岡田、平野の考え方に基づいて、入江内の塩分変動の諸性質について検討を加えた。

定常状態に於ける入江の塩素量

今第2図に示す様な入江によつて外海（或は内湾）と連る入江の簡単な断面図を考え、入江の表面積を A 、平均水深を h 、潮高差を H とする。又一般にこの様な入江に於ては、二重層が発達し



第2図 入江の断面模型

ており、上層は陸水の影響で塩分は低く、下層は塩分が高い。このことは又水道を通つて入つてくる外の水（ここでは長島湾）についても言える。故に上層 h_1 までの深さは上層水、それより下層は下層水が存在するとし、上下両層間の混合は、上下両層水の境界を通して行われると考える。又水道に於ても上層は h_1 、下層は h_2 の深さを持つとする。しかる時は、平均的に入江内に低潮から高潮まで半潮時に外から流入する流量は、上層に於ては $\frac{h_1}{h_1+h_2}AH$ 、下層に於ては $\frac{h_2}{h_1+h_2}AH$ と考えられる。今低潮時に於ける各層の塩分について、

入江内の	上層の平均塩素量を	S_1
	下層の " を	S_2
入江内に流入してくる	上層の " を	S_1'
	下層を " を	S_2'

又高潮に達した後、平均された形で流出する

上層の平均塩素量を	S_1''
下層の " を	S_2''

とすると、一潮時間（低潮から低潮まで）の S_1 及び S_2 の変化 ΔS_1 、 ΔS_2 は大々次の様に表わすことが出来る。

$$\begin{cases} V_1 \Delta S_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} AH(S_1' - S_1'') + cA(S_2 - S_1) + d(S_0 - S_1'') \\ V_2 \Delta S_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} AH(S_2' - S_2'') - cA(S_2 - S_1) \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

但し,

V_1 及び V_2 : 夫々上層及び下層の容積
 c : 上・下層間の交換量を示す常数
 d : 陸水(降雨を含む)の流入量
 S_0 : 陸水の塩素量

今一般に定常状態として取扱う事が出来ると仮定し, 又 $S_0 = 0$ とすると (1) 式は,

$$\begin{cases} \frac{h_1}{h_1 + h_2} AH(S_1' - S_1'') + cA(S_2 - S_1) - dS_1'' = 0 \\ \frac{h_2}{h_1 + h_2} AH(S_2' - S_2'') - cA(S_2 - S_1) = 0 \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

ここで, 潮汐によつて沖合から入江内に流入した外水 (S_1' , S_2') は入江内で, 入江内の各層の水 (S_1 , S_2) と夫々完全に混合し, S_1'' , S_2'' の水となつて流出すると仮定すると,

$$S_i'' \approx \frac{V_i S_i + \frac{h_i}{h_1 + h_2} AHS_i'}{V_i + \frac{h_i}{h_1 + h_2} AH} \quad (i=1, 2) \dots\dots\dots (3)$$

となる。簡単のために,

$$\frac{h_i}{h_1 + h_2} AH = P_i, \quad V_i + P_i = Q_i \quad (i=1, 2) \dots\dots\dots (4)$$

と書くと, (2) 式は

$$\begin{cases} \frac{P_1 V_1}{Q_1} (S_1' - S_1) + cA(S_2 - S_1) - \frac{d}{Q_1} (V_1 S_1 + P_1 S_1') = 0 \\ \frac{P_2 V_2}{Q_2} (S_2' - S_2) - cA(S_2 - S_1) = 0 \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

となる。

更に降雨及び陸水による影響がそれ程小さくなく上式前二項に比べ小さいと仮定することが出来るるとすると,

$$S_1' - S_1 = \frac{\frac{P_2 V_2}{Q_2}}{\frac{P_1 V_1}{Q_1}} (S_2 - S_2') \dots\dots\dots (6)$$

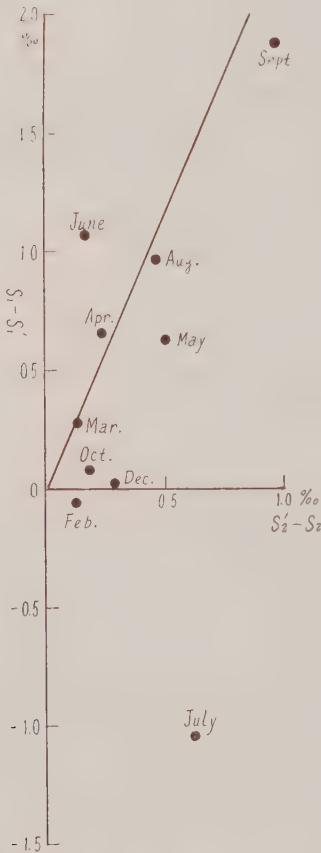
となり, 比例常数 $\frac{P_2 V_2}{Q_2} / \frac{P_1 V_1}{Q_1}$ は入江及び水道のスケールと潮汐の大きさから直に求める事が出来る。即ち江の浦に於ては, 第1表に示す江の浦のスケール(水道のスケール, 潮汐を含む)から,

$$\frac{P_2 V_2}{Q_2} / \frac{P_1 V_1}{Q_1} = 2.3 \dots\dots\dots (7)$$

第1表 江の浦のスケール

表 面 積 A	$38.22 \times 10^8 \text{ cm}^2$
平 均 水 深 h	500 cm
平 均 潮 高 差 H	100 cm
水道上層の厚さ h_1	100 cm
水道下層の厚さ h_2	200 cm

年 12 月より昭和 32 年 10 月まで、宮川ダム赤羽川放水期間前後に亘つて各月主として三重県水産試験場が行つた観測資料から得たものである⁴⁾。宮川ダムの赤羽川への放水は昭和 32 年 3 月から



第3図 江の浦における $S_1 - S_1'$ と $S_2' - S_2$ との関係、直線は (6) 式を示す。

5 月には、観測の 2 日前に 66.2 mm の降雨がある。放水量の変動に対しては、塩分量に顕著な変動を与えている証査は認められない。

以上の考察から (6) 式はこの様な入江における塩分量変動の判定に一つの足懸りを提供するものと考えられる。即ち入江内の上下層間の混合ということに関係なく、入江内外の観測値から入江内の塩分量が正常か否か、異常であれば、それは何によるか、又今後どの様に変化しそうであるか等

となる。

この様な推定が量的に正しいかどうかを確かめるために、江の浦、長島湾奥の観測（観測点は第1図に示す）資料を夫々について平均することにより、 $S_1' - S_1$ と $S_2 - S_2'$ の関係を第3図に示した。この図中に (6) 式を示す直線を入れ、これと、実測値より求めた関係とを対比すると、大体に於て上の推定が可能である事を示している。ここに使用した実測値は、昭和31

同 10 月まで行われ、以後は、三浦第2発電所完成のため、赤羽川への放水は止り三浦湾へ放水されている。第3図中に記入した各点に夫々観測月を添記したが、放水の行われていなかった12月、2月及び10月、その他5月、6月の値は十分(6)式の線に乗っているとはいいい難く、特に7月に至つては、完全に(6)式の線からはづれてしまつている。しかしこれには又夫々その理由が存在すると思われる。即ち、放水されていない時の塩分については、 $S_1 - S_1'$ 、 $S_2' - S_2$ の数値そのものが小さく、塩分測定の見誤差内に入るためではないかと考えられる。しかし、7月或は5月、6月の値については、それのみでは説明しがたい。これは降雨の影響を大きく受けているか、或は、定常という最初の仮定に無理があるか、或は又この他に特に考慮すべき要因があるかであろう。今(5)式を考えると $\frac{d}{Q_1} (V_1 S_1 + P_1 S_1') > 0$ であるから、もし降雨の影響があるとすれば、その観測値は第3図に引いた(6)式を表わす直線の下側に落ちることになるであろう。又更に、(1)式を考慮すると、下層の塩分量の変化は大きいものであるとは考えられないから、第3図の直線の上側に落ちる観測は $\Delta S_1 < 0$ 即ち急激に放水量が多くなったことを示すものであると考えられる。その逆に下側に落ちる観測は降雨以外に、放水量が急激に少なくなったことを示すものであろう。これらについては、もう少し検討する必要があるが、今上に使用した資料の観測日に対応して放水量、降雨量を示すと第2表の如くなり、7月には観測当日 52 mm の降雨があり、又

第 2 表 長島湾における各月観測日前一週間（観測日を含む）の宮川ダム放水量と降雨量
（降雨量は長島中学校の気象観測による）

観 測 年 月 日		6 日前	5 日前	4 日前	3 日前	2 日前	1 日前	観 測 日 万トン/日
1956 年	放水量	0	0	0	0	0	0	0
12 月 22 日	降雨量	0	0	0	0	0	0	mm 0
1957 年	放水量	0	0	0	0	0	0	0
2 月 14 日	降雨量	0	0	0	0	0	0	0
3 月 21 日	放水量	0	0	0	0	0	0	0
	降雨量	0	0	0	0	0	0	0
4 月 17 日	放水量	0	0	0	4.1	90.8	106.8	32.2
	降雨量	0	3.5	0	0	0	1.8	0
5 月 21 日	放水量	22.5	90.4	96.1	72.8	21.3	135.9	127.6
	降雨量	0	0	0	0	66.2	3.9	0
6 月 10 日	放水量	206.7	188.8	208.7	178.8	181.8	141.4	153.0
	降雨量	0	34.3	35.2	8.5	0	0	0
7 月 16 日	放水量	99.3	57.8	85.7	58.5	6.5	68.9	82.0
	降雨量	22.3	19.0	3.2	23.8	0	0	52.0
8 月 25 日	放水量	192.5	200.8	207.2	207.2	207.2	206.8	206.8
	降雨量	6.7	2.5	0		不	明	
9 月 21 日	放水量	223.0	224.0	224.3	224.3	222.5	224.0	224.3
	降雨量	0	94.2	0	0	0	0	0
10 月 17 日	放水量	127.5	134.0	0	24.1	9.0	0	0
	降雨量	0	0	0	0	0	11.3	0

の判定に役立てうるものと思われる。

さて次に上・下層間の混合について考える。今第 3 図において、特によく (6) 式を表わす直線にのつてゐる 3 月, 4 月, 8 月の観測値から (5) 式において d 項を省略した二つの式の平均値とし

第 3 表 3 月, 4 月 及び 8 月の c 及び S_2-S_1 の値

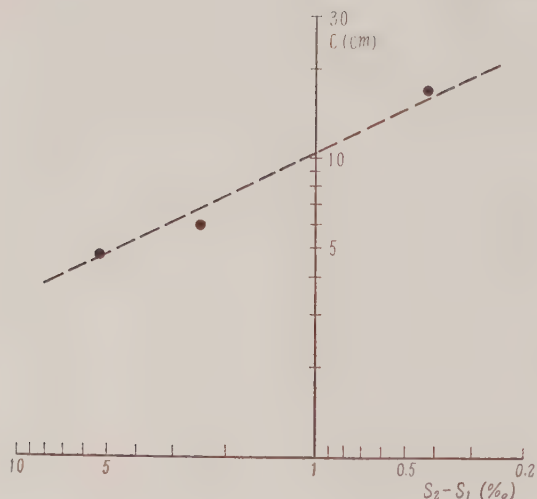
観 測 月	3	4	8
c (cm)	17.2	6.0	4.8
S_1-S_2 (‰)	0.42	2.47	5.24

て c を計算すると、第 3 表のようになる。第 3 表下段に示した S_2-S_1 と比較すると第 4 図に示される様に反比例しており、上・下層間の水の交換は上・下層の塩分の差即ち比重の差、（この様な湾内では、海水の比重は塩分に左右されると考えられる。）

結局安定度に反比例することを示すものであろう。

実用的な立場として、近似的に

$$c = \frac{a}{S_2-S_1} + b \quad \dots\dots\dots (8)$$

第 4 図 $S_2 - S_1$ と c との関係

の式によつて近似的に推定することが出来る。

とおき、第 3 表から平均して $b \doteq 3.72$ (cm), $a \doteq 5.65$ (cm・%) と推定すると、下層の塩分を $S_2 \doteq S_2'$ と置き、(5) の第一式において d 項を省略した式

$$S_1 \doteq \frac{1}{\frac{P_1 V_1}{A Q_1} + b} \times \left(\frac{P_1 V_1}{A Q_1} S_1' + b S_2' + a \right) \quad (\text{但し } S_2' > S_1) \quad \dots\dots (9)$$

から、江の浦の上層の塩分は長島湾湾奥の観測値がわかれば、

$$S_1 \doteq \frac{1}{28.72} (25 S_1' + 3.72 S_2' + 5.65) \quad \dots\dots (10)$$

非定常状態における考察

上においては、降雨の影響や、 S_1' が変化する場合についての考察を省略して、主として定常状態における塩分について考えた。ここでは、降雨の影響があつたり、 S_1' が時間 t の函数である様な場合、入江内の塩分が如何に変化するかについて検討しよう。

先づ、降雨の影響を省略し、 $JS \neq 0$ なる場合についての吟味から始めよう。一潮時間を ΔT で表わし、(1) 式を書きあらためると、

$$\begin{cases} \frac{\Delta S_1}{\Delta T} = \frac{P_1}{Q_1 \Delta T} (S_1' - S_1) + \frac{cA}{V_1 \Delta T} (S_2 - S_1) \\ \frac{\Delta S_2}{\Delta T} = \frac{P_2}{Q_2 \Delta T} (S_2' - S_2) - \frac{cA}{V_2 \Delta T} (S_2 - S_1) \end{cases} \quad \dots\dots (11)$$

となる。ここで (8) 式を考慮して

$$\begin{aligned} \frac{P_1}{Q_1 \Delta T} &= \lambda_1, & \frac{P_2}{Q_2 \Delta T} &= \lambda_2; \\ \frac{aA}{V_1 \Delta T} &= a_1, & \frac{aA}{V_2 \Delta T} &= a_2; & \frac{bA}{V_1 \Delta T} &= b_1, & \frac{bA}{V_2 \Delta T} &= b_2 \end{aligned}$$

とし、 $\lambda_1, \lambda_2; a_1, a_2; b_1, b_2$ を一定と見做し

$$\frac{dS_1}{dt} \sim \frac{\Delta S_1}{\Delta T}, \quad \frac{dS_2}{dt} \sim \frac{\Delta S_2}{\Delta T}$$

とする事が出来るとすれば、(1) 式は、

$$\begin{cases} \frac{dS_1}{dt} = \lambda_1 \{S_1'(t) - S_1\} + a_1 + b_1 (S_2 - S_1) \\ \frac{dS_2}{dt} = \lambda_2 \{S_2'(t) - S_2\} - a_2 - b_2 (S_2 - S_1) \end{cases} \quad \dots\dots (12)$$

と表わす事が出来る。この式はただちに、

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2 S_1}{dt^2} + p \frac{dS_1}{dt} + q S_1 = f(t) \dots\dots\dots (13) \\ \text{但し, } p = \lambda_1 + \lambda_2 + b_1 + b_2, \quad q = (\lambda_1 + b_1)(\lambda_2 + b_2) - b_1 b_2 \\ f(t) = \lambda_1 \left\{ \frac{dS_1'(t)}{dt} + (\lambda_2 + b_2) S_1'(t) \right\} + \lambda_2 b_1 S_2'(t) - a_2 b_1 + a_1 (\lambda_2 + b_2) \end{array} \right.$$

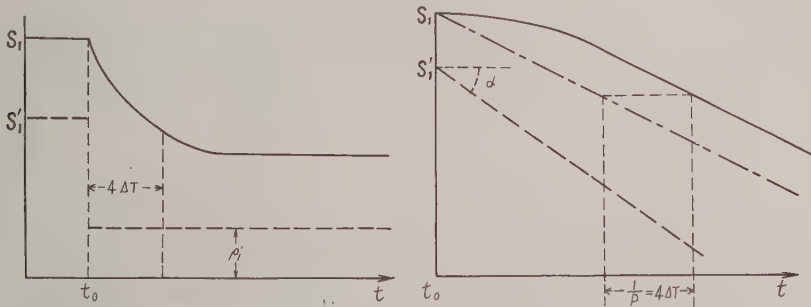
と表わす事が出来る。即ち $S_1'(t)$, $S_2'(t)$ が与えられれば, S_1 の変動状況は, この式を解く事によつて求める事が出来るであらう。(13) 式は, 丁度速度に比例する抵抗力がある場合の強制振動の方程式になつており, 容易に解を求める事が出来ると思われるが, このままでは余りに計算が複雑になり, かえつてわかりにくいものになる恐れがある。以下では内容をくづさない程度に簡略化して, S_1 の変動について吟味しよう。

先づ, 下層水の塩分は, 上層水の塩分に比し, その変化は極めて小さいか, 遅いであらう。故に $\frac{dS_2}{dt} = 0$ と仮定すると, (12) 式より,

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS_1}{dt} + p S_1 = f(t) \dots\dots\dots (14) \\ \text{但し, } p = \lambda_1 + \frac{b_1 \lambda_2}{\lambda_2 + b_2}, \quad f(t) = \lambda_1 S_1'(t) + a_1 + \frac{b_1}{\lambda_2 + b_2} \{ \lambda_2 S_2'(t) - a_2 \} \end{array} \right.$$

となる。

i) 今 $S_1'(t)$ が急激に変化して, ある時刻 t_0 に $S_1' \rightarrow \rho_1'$ になつた場合について考えよう。ここに ρ_1' は時間に関係しない一定値とし(第5図), $S_2'(t) = \text{const.}$ とする。



第5図 $S_1'(t)$ の変動に應ずる $S_1(t)$ の変動模型例

時刻 t_0 以前には完全に定常状態にあつたとすると,

$$S_1 = \frac{1}{p} \left\{ \lambda_1 S_1' + a_1 + \frac{b_1}{\lambda_2 + b_2} (\lambda_2 S_2' - a_2) \right\} = \text{const.} = \rho_1$$

又 t_0 以後においては, $f(t) = \lambda_1 \rho_1' + a_1 + \frac{b_1}{\lambda_2 + b_2} (\lambda_2 S_2' - a_2) = \text{const.}$ とすると, (14) より直ちに,

$$S_1 - \rho_1 = -\frac{\lambda_1}{p} (\rho_1' - S_1') (1 - e^{p(t-t_0)}) \dots\dots\dots (15)$$

となる。(15) 式は S_1 の変動の状況を示す式であり, p はその変動速度を表わす。江の浦の場合

$$\rho = \lambda_1 + \frac{b_1 \lambda_2}{\lambda_2 + b_2} = \frac{1}{JT} \times 0.29$$

第4表 江の浦における

$$1 - \exp\{\rho(t_0 - t)\}$$

$t_0 - t$	$1 - e^{\rho(t_0 - t)}$
$-JT$	0.252
$-2JT$	0.417
$-4JT$	0.687
$-6JT$	0.824

故に第4表の如く、江の浦外表層塩分の変化に対して江の浦内の表層塩分は約4割時（約2日間で終局変化量 $\frac{\lambda_1}{\rho} (\rho_1' - S_1')$ の約7割、6潮時（約3日間）で約8割まで変化すると推定される。

ii) 次に、ある傾度をもつて、 $S_1'(t)$ が変化する場合について考えよう。（第5図）

例えば、今 $S_1'(t) = S_1' \cdot (1 + \alpha t)$; ($t > t_0$; 時刻 t_0 以前は定常状態で S_1' は一定、又 α は常数) の場合には、i) と同様に

(14) 式より直ちに、

$$S_1 - \rho_1 = \frac{\lambda_1}{\rho} S_1' \alpha \left\{ \left(t - \frac{1}{\rho} \right) + \frac{1}{\rho} e^{-\rho(t-t_0)} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

となり、 S_1 の変動の確度を算する事が出来る。この様な変動が相当長期間つづいたとすれば、最後の項は小さくなり、無視する事が出来る。ここで、 $-\frac{\lambda_1}{\rho} S_1' \alpha$ は $S_1'(t)$ が傾度 α をもつて変化するために生ずる位相のずれを表わしている。そしてこの位相のずれは、 α 及び入江のスケールによつて、その大きさが決定される。江の浦の場合では $\frac{1}{\rho} \doteq 4 \cdot JT$ となり、約2日間のおくれをもっている。昭和32年4月、5月、6月の S_1' は夫々 18.24%, 15.84%, 14.25% で、傾度 $\alpha = 1/600 \cdot JT$ の程度であり、この様な変化を問題にするときは、位相のずれによる塩分の変化は無視しうる程小さい。しかし、大潮期（一週間内外）で変化し、 α が、 $1/100 \cdot JT$ 以上であれば、無視する事は出来ないであろう。

iii) 定常状態における降雨の影響 d について。

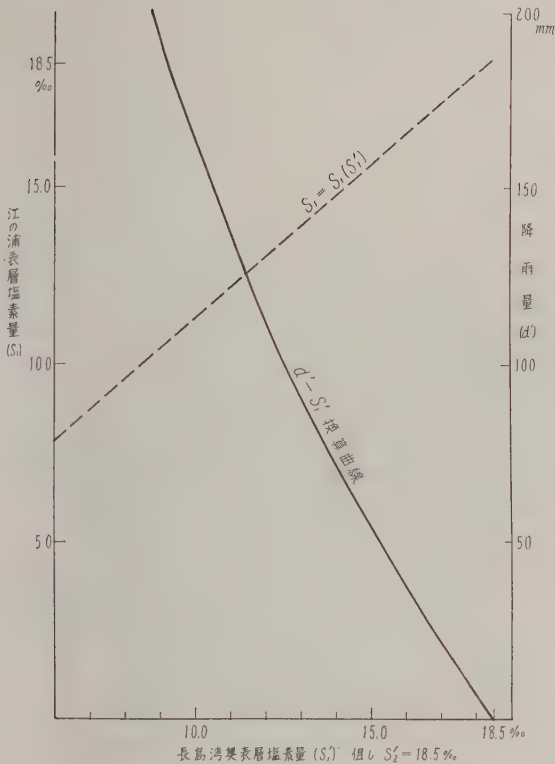
i) 及び ii) における検討から、 S_1' の変動が急激でない場合には、その変動の S_1 への影響はそれ程大きいものと考えなくても良さそうであるから、降雨の影響については、定常状態のみを考え、(5) 式から、

$$d = \frac{1}{V_1 S_1 + P_1 S_1'} \left\{ P_1 V_1 (S_1' - S') + \frac{Q_1}{Q_2} P_2 V_2 (S_2' - S_2) \right\} \dots\dots\dots (18)$$

として表わすことが出来る。今江の浦の場合について、降雨の影響が強く現われている7月の資料を一例として計算すると、 $d/A = 46.5 \text{ mm}$ となる。この値は7月16日（観測当日）の降雨量 52 mm に非常によく近似しているのは面白い。故に江の浦における実用的な見地から、 $d' = d/A$ を近似的にその日の降雨量或は、それに比例する量と仮定しようとすれば、(5)、(10) 式より

$$S_1 = \frac{1}{28.72 + 75d'} \{ 25(1 - d') S_1' + 3.72 S_2' + 5.65 \} \dots\dots\dots (19)$$

とする事によつて、逆に S_1 を推定する事が出来る。ここに d' の単位は m である。(10)、(19) 両式から d' が江の浦の表層塩分に及ぼす影響は、 S_1' に換算すれば S_1' が何%になつていることに相当するかという事を計算することが出来る。例えば、江の浦の内外共 18.5% の塩素量の場合、約 10 mm の降雨があるとすると、それは長島湾奥水表層塩素量が約 17.9% になつている事に当り、(10) 式から江の浦内の表層塩素量は 18.0% となる事が推定され、この程度の降雨は江の浦内に余り大きな変化を与えないと推定され、又約 55 mm の降雨に対しては、長島湾奥水の 15.0%



第6図 長島湾奥水が 18.5‰ とした場合の $d'-S_1'$ 換算曲線及び江の浦における $S_1=S_1(S_1')$. ((10) 式より)

に相当し、江の浦内は 15.5% となる。この模様は第6図に依つて示されるであらう。即ち図中実線は d' と S_1' との換算曲線であり、破線は、 S_1' と S_1 に関する (10) 式を表わしている。雨が止んだ場合には勿論 i) における推論の如く、2~3 昼夜で、雨の影響はなくなるであらう。

最後に、長島湾への放水量、降雨量に応じた江の浦の塩分の変化の実例を示す。第7図は、江の浦の中央部（東真珠観測）の表層比重と、放水量、降雨量の昭和32年6月12日~同7月13日までの変化の模様を示したものである。表層比重は放水量の変動に少しおくれで大体反比例して変動している事、及び降雨量によつて著しく変動すること、又雨が止むとすぐ回復していること等上に述べた推論がほぼ当を得ていることを物語るものであらう。

摘 要

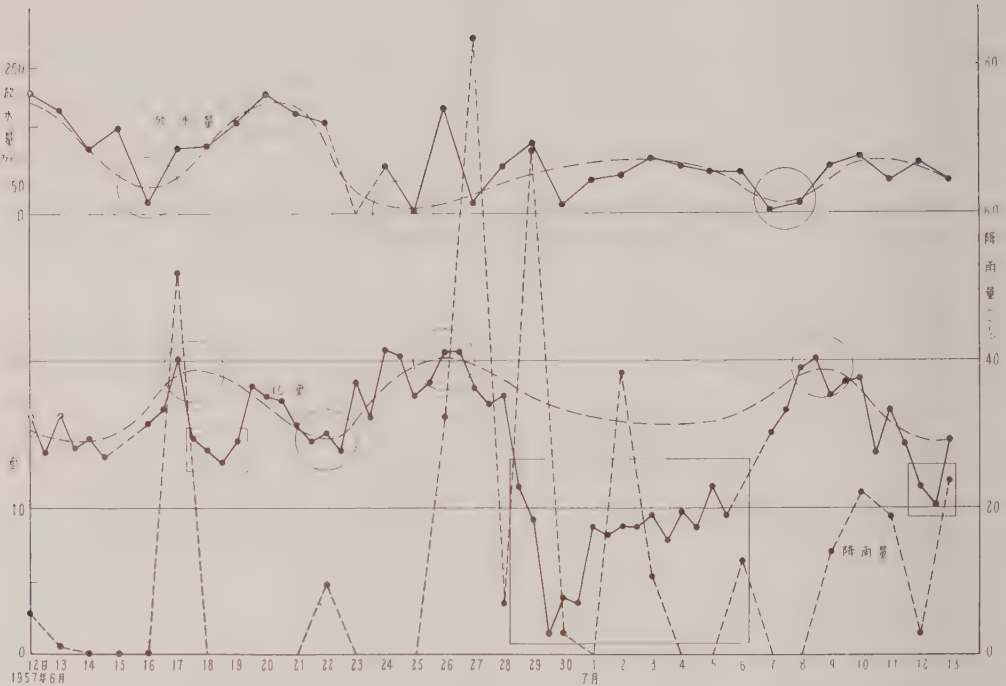
内湾内に副次的に存在する小内湾（入江）は真珠やカキの養殖場として恰好な場所となつてゐる処が多い。この様な小内湾の平均的な塩分のふるまいについて、三重県長島湾江の浦における資料に基づいて検討を加え、大略次の様な結果を得る事が出来た。

i) 定常状態の場合、入江内の上層平均塩素量 S_1 と入江に流入する上層平均塩素量 S_1' （江の浦では長島湾奥水）との差と、入江内の下層平均塩素量 S_2 と入江に流入する下層平均塩素量 S_2' との差、即ち、 S_1-S_1' と $S_2'-S_2$ との間には linear な関係が存在し、その比例常数は、入江のスケールと潮汐の大きさによつて定まる。

ii) 上・下層間の交換量を示す係数 c は、上・下層間の安定度、近似的には、上・下層間の塩分差 S_2-S_1 に反比例している。

iii) i) 及び ii) の結果に基づいて定常状態における S_1 の値を S_1' 及び S_2' の値から推定することが出来る。

iv) S_1 の変動は、 S_1' の変動に強制されて変動し、 S_1 のふるまいは (13) 式の如く、丁度速度に比例する抵抗力がある場合の強制振動の方程式によつて表わされる。



第 7 図 江の浦における表面比重、宮川ダム放水量、及び降雨量の日変化の一例、(昭和 32 年 6 月 12 日～7 月 13 日)、比重：東真珠観測点 St. 6 の表面比重、降雨量：長島中学校気象観測、---：変動の大体の傾向を示す、□：降雨の影響によつて低下した比重を示す、○：放水量及び比重の山、谷を示したもの。

v) 故に S_1' の変動に対応する S_1 の変化の度合や、位相のずれは、入江のスケールや、潮汐の大きさ、成層状態によつて決まるが、江の浦の場合では、 S_1' が急激に変化した場合、 S_1 は 2～3 昼夜の中に、それに対応する塩分変化を来し、又 S_1' の変動に対する位相のずれも約 2 昼夜程度と推察された。

vi) 定常状態における降雨或は陸水の影響についても考察し、江の浦における降雨量の S_1 への影響度について、降雨量を S_1' へ変換する図表を作成した。故に降雨の影響についても、 S_1' の変動についての場合と同様に考えられ、雨が止んだ場合には、2～3 昼夜で雨の影響はなくなると推察される。

vii) 最後に、江の浦における塩分変化の実例を示し、上の種々の推論の反照とした。

本研究に際し、種々御配慮賜つた海況科長渡辺信雄氏に深く感謝すると共に、宮川ダム放水が桂城湾の漁・海況に及ぼす影響の調査に尽力されている三重県水産試験場長野本一郎氏、木村、藤井阿技師を初め場員の方々に心から敬意を表する。

文 献

- 1) 平野敏行：日水会誌，20 (9)，(1955)。
- 2) 平野敏行・杉浦健三：東海区水研研究報告，22 号，(1958)。
- 3) 岡田光世：日水会誌，6 (6)，(1938)。
- 4) 東海区水産研究所：宮川ダム放水が桂城湾海況及び漁況に及ぼす影響実態調査，中間報告，(1957)。

On the Salinity of a Small Inlet Connected with a Bay by a Channel

Toshiyuki HIRANO

Synopsis

Small inlets located subordinately to a large bay with a long shore line often provide favourable conditions to raise some forms of marine animals such as pearl oyster, as is the case with those in Mie Prefecture. Since the water in the inlets is primarily influenced by the inflow of terrestrial water and precipitation as well as by the tidal displacement with water introduced through channels, it may be important from the point of the productivity to learn mechanisms by which properties of the inlet water, such as temperature, salinity, nutrient salts and others, are determined by mixing and displacement with fresh water and water outside the inlet.

Hydrographical surveys were undertaken in 1957 in Nagashima Bay, Mie Prefecture, covering Enoura, an inlet provided with such a topography as described above. On the basis of data made available through the surveys the author discussed the behaviour of salinity in the inlet to deduce the following results.

i) In the case of salinity in a steady state, there exists a linear relation between salinity differences, $S_1 - S_1'$ and $S_2' - S_2$,

where S_1 : a mean chlorinity of upper layer in the inlet water,

S_2 : " " lower layer " "

S_1' : a mean chlorinity of upper layer in the bay water or offing water
(corresponding to the water at the inner part of Nagashima Bay in the case of Enoura),

S_2' : " " lower layer " "

The coefficient of the proportion is determined by the scale of the inlet and the quantity of the tidal displacement.

ii) The coefficient c concerning to the quantity of water exchange between the upper and lower layers is inversely proportional to the stability between them, and therefore approximately to $S_2 - S_1$.

iii) Basing on the estimations in i) and ii), the author has introduced an approximate equation (9) to deduce the value of S_1 from the values of S_1' and S_2' at the steady state.

iv) In general, S_1 is forced to vary mainly by the salinities of offing water such as represented in the equation (13), that corresponds to the equation of the forced vibration having a term of resistance.

v) Then, the degree of variation of S_1 and its phase lag corresponding to S_1' are decided by the scale of inlet, the quantity of tidal displacement and the state of water stratification. In the case of Enoura, when the value of S_1' had been changed on a sudden, S_1 was apparently converged into a new value corresponding to the changed value of S_1' , two or three days later. It is also estimated that the phase lags of S_1 corresponding to the regular variation of S_1' are about two or three days.

vi) In the steady state, the author, discussing the influence of the rainfall or fresh water (d), has prepared Figure 6 to show the transformable relation between S_1' and d that influences S_1 in Enoura. When the rain stopped, its influence seemed to vanish after the lapse of about two or three days just as in the case of S_1' which changed abruptly.

vii) Lastly, in order to confirm the several estimations proposed above the author has shown an example where the specific gravity on the surface water in Enoura varies corresponding to the rainfall and the quantities of the discharged water from the Miyagawa Dam.

魚群探知機基礎試験—II.*

水中における網地の超音波反射特性

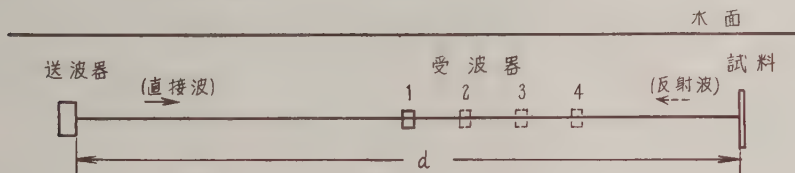
川 田 三 郎・吉 牟 田 長 生

本実験の最終目的は超音波反射を利用する魚探機により、水中における自然魚群なり漁具なりの状態を確認するにあるが、その基本として種々の特定の条件にある網地の反射特性についての実験を海上、湖水及び水槽において行い、その結果について解析した。

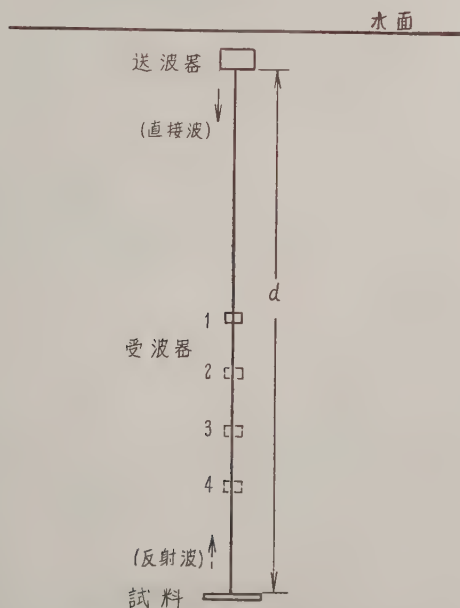
1. 実験方法

第1図に示す如く送波器の指向角の主軸を、測定しようとする試料に正しく向け、送波器と試料との間の距離を一定に保つて固定する。水槽実験では主軸の方向を水平(水槽の長さの方向)にとり

(A) 水槽実験



(B) 海上或は湖水実験



第1図 超音波反射損失測定装置

* 1958年11月7日受理, 東海区水産研究所業績A第89号

海上或は湖水実験では垂直にとつた。送波器と試料とを結ぶ線上に小型の受波器をおき、これをこの線上に移動して任意の位置に定置し得るように装置した。受波器は指向性の小さいものを選んだ。

送波器よりパルス波を発射し、その直接波及び試料からの反射波を受波器に受け、その振巾をブラウン管上の映像により測定し、それにより受波音圧レベルを db 単位で求めた。かくて、受波器の位置を色々に変えて測定し、送波器から受波器までの距離 x の対数を横軸に、直接波及び反射波の音圧レベル P_d 及び P_r db を縦軸にとつてプロットすると、第 2 図に示す如く略々直線に近い P_d 及び P_r 曲線を得る。

この図で送波器から試料までの距離 d における P_d 及び P_r を読みとり、反射損失 L db を

$$L = P_d - P_r$$

として求めた。試料の反射率 R は上の式により求められた反射損失 L db より

$$L = 20 \log_{10} R \quad (1-1)$$

なる関係式により求められる。

なお上記の方法による測定値のチェックとして、別に反射損失 L_s の値がわかっている物体を標準反射体としてとり、これを送波器から任意の距離において、これからの反射音圧 P_s db を測定し、次にこの位置において試料をこの標準反射体におきかえて、これからの反射音圧 P db を測定し、試料の反射損失 L を

$$L = L_s - (P_s - P)$$

として求め、この L と (1-1) 式による L とを比較した。

2. 予 備 実 験

網地その他の超音波反射特性の概要を知り、実験に必要な条件を把握するため、予備実験として、次の海上実験及び水槽実験を行つた。

a) 海上実験； 1951 年 11 月 11~13 日 千葉県館山湾築港沖、水深 9 m

b) 水槽実験； 1951 年 11 月 18~22 日

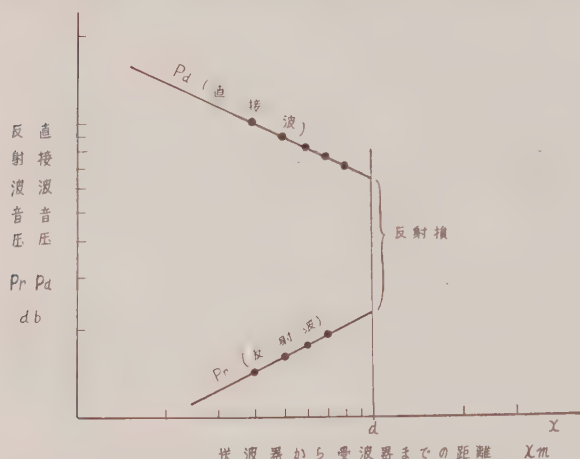
東海水研 試験水槽（長さ 60 m, 巾 4 m, 深さ 2~3 m）

及び 漁研久里浜分室 水槽（長さ 25 m, 巾 0.5 m, 深さ 0.5 m）

2・1 測定試料及び実験方法

測定試料は第 1 表に示される如くである。

測定器としては 50 kc ブラウン管映像式及び同記録式の魚探機各 1 台を用いた。実験方法は前項による。海上実験は海面の静かな日を選んで試験船鷹丸及びふじ丸を使用して行つた。水槽実験に際しては、予め水槽における超音波減衰特性を測定しておいた。なお実験値をチェックするため反射損失 -35 db をもつ 3 寸瓶玉を用いた。



第 2 図 直接波及び反射波音圧と距離との関係

2・2 実験結果及び考察

実験結果は第1表に示す如くである。

第1表 予備実験における測定試料とその反射損失

試料品名	寸法仕様	測定時の試料の状態	超音波反射損失 Ldb					
			海上実験				水槽実験	
			11月11日測定		11月13日測定		東海水研水槽	久里浜水槽
			直接*	写真**	直接*	写真**		
綿糸網	10 節 20番手 3/12	120cm×120cm 鉄線枠に取付 50 × 50 "	-22 —	-21 —	-22 —	-22 —	-22 —	— -24
	14 節 20番手 3/ 9	120 × 120 " 50 × 50 "	-22 —	-21 —	-21 —	-20.5 —	-21 —	— -21
	20 節 20番手 3/ 9	120 × 120 " 50 × 50 " 25 × 25 "	-21 — —	-22 — —	-21 — —	-21 — —	-21 — —	— -21 -22
	23 節 20番手 3/ 6	50 × 50 " 25 × 25 "	— —	— —	— —	— —	— —	-20 -23
	2 寸目 モジ 網 20番手 2/42	120 × 120 "	-18	-18	—	—	-18	—
		60 × 60 "	-20	-21	-21	-19	—	—
		50 × 50 "	—	—	—	—	—	-19
		25 × 25 "	—	—	—	—	—	-19
		60 × 60 " 0.3cmφ×3cm 真鍮管 50本を等間隔に結着	-16	-17	-16	-16	-15	—
		50 × 50 " "	—	—	—	—	—	-18
金 枠	120cm×120cm BS #8 鉄線		-23	-24	-24	-20.5	-23	—
	120cm×120cm ×120cm 3 分鉄丸棧	金枠のみ	-22	-22	-23	-22	—	—
		上下両面に 23 節網地を張る ***	-16 -20 -20	-14 -19 -20	— — —	— — —	— — —	— — —
		左右両面に " 上下両面に 23 節網地を張り、 3 寸瓶玉 10 個を入れる 上下両面に 23 節網地を張り、 3 寸瓶玉 5 個及び 5 寸瓶玉 5 個を入れる	— — —	— — —	— -8 -5	— -9 -4	— — —	— — —
鉄 板	136cm ² ×0.2cm		—	—	—	—	-2.5	—
	50 × 0.2		—	—	—	—	—	-4
	25 × 0.2		—	—	—	—	—	-5
魚 類	コ ウ イ カ	体長 17cm, 体高 3.8cm, 体重 240g	-48	-47	—	—	—	—
	クロイシモチ	" 9 " 4.3 " 67	-46	-47	—	—	—	—
海 底	砂	泥	-10	-10	—	—	—	—

* ブラウン管上の反射像振巾を直接測定したものから求めた値

** " 接写カメラで撮り、その値から求めた値

*** 上欄数値は上面の網による値、下の値は下面の網による値

以上の実験結果その他から次の如く考察した。

1) 海上実験測定値と水槽実験測定値とは大体一致している。このことから考えると、試料の種類によつては、測定条件に必要な考慮を払つて水槽実験を行うことにより、その海中における反射損失の値を充分な信頼度をもつて求めることができるであろう。

2) 水槽実験による反射損失の値は海上実験による値より幾分大きい。これは水槽の実験水域の断面が垂直される超音波の指向角の大きさからみて比較的小さいため、水面、側壁、槽底などでの反射波により、試料からの反射波が幾分弱められるためと思われる。

3) 水槽実験の際、送波器を水槽の一端に固定しておき、受波器の位置を移動してこの水槽の超音波減衰特性を測定したところ、その減衰率は水槽の長さに沿うて一様でなく、場所により異常減衰を示す部分があることが認められた。よつて実験の際には予め水槽の特性を測定しておくことが必要であり、また送波器及び試料を定置する所を適当にえらぶことが肝要である。

4) 試料網地は測定に先だち一定時間水中に浸漬したが、反射損失は網地の含水程度により異なることが認められた。ほぼ一定な測定値を得るためには 24 時間以上の浸漬を必要とするようである。

3. 網地の構成と超音波反射率

網地の構成の相違が超音波反射率にどのように影響するかについて研究するため、材料を異にし、また糸の直径、目合を異にする試料網地を用いて次の如き実験を水槽及び湖水において行い、その結果を解析した。

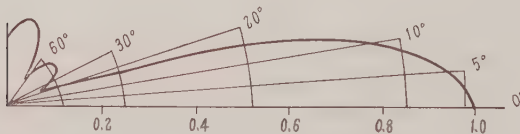
- a) 水槽実験；1952 年 4 月 18 日～5 月 2 日 東海水研水槽において、実験時水温 16～18°C
- b) 湖水実験；1952 年 5 月 22 日～28 日 神奈川県相模湖、水深 11～30 m の所において、実験時水温約 18°C

3・1 試料網地及び実験方法

試料網地材料として綿糸及び合成繊維（カネビオン）の 2 種をえらび、その網地の構成は第 2 表に、同じく実験使用のモジ網は第 4 表に示す。

第 2 表 試料網地の構成仕様

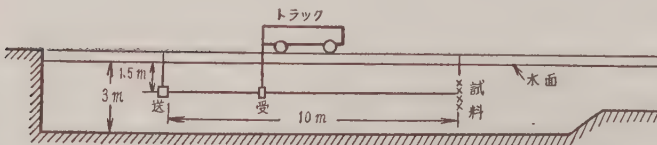
(A) 綿 網				(B) カネビオン網			
本数	網糸の直径 Dmm	目	合	本数	網糸の直径 Dmm	目	合
4	0.4	3寸, 2寸, 1寸, 15節, 20節, 25節		6	0.6	3寸, 2寸, 1寸, 15節, 20節, 25節	
9	0.7	" " " " " "		12	0.9	" " " " " "	
18	0.95	" " " " " "		15	1.1	" " " " " "	
45	1.55	" " " " " "		24	1.4	" " " " " "	
90	2.25	" " " " " "		90	3.0	" " " " " "	



第 3 図 実験に用いた送波振動子の指向特性

測定器には産研製 50 kc A 型映像式魚探機を用い、その指向特性を測定した結果は第 3 図に示す如くである。

実験方法は前項と同様とした。水槽実験においては予め水槽における超音波減衰特性を測定し、その結果により実験水域としては第 4 図に示す如く、水槽奥部、深さ 3 m の所を使用した。この水域における超音波特



第 4 図 実験水域に於ける送波器、試料の配置と受波器移動装置

性は測定の結果第5図に示される如くに得られた。

試料網地はすべて BS #8 鉄線で作られた枠内に、その全面にわたって張架した。第2表に示す網地については枠の大きさは 50 cm×50 cm とし、約 2.9 割の縮結を入れて取付け、第4表のモジ網には表中に記された網の大きさに応じたそれぞれの大きさの枠を取付けた。何れの場合にも網地の中心が発射される超音波の指向角の主軸線上に位置し、且つ網地の面がこの主軸線に垂直に保たれるようにして測定した。

またこの実験では網地と取付枠との総合反射損失が測定されることになるので、網地のみの反射損失を求めるため、別に取付枠のみについてその反射損失を測定した。

なお参考として鉄板、2.5 寸瓶玉、フナ（個体）、湖底についてもそれらの反射損失を測定した。

測定回数は第2表の網地については水槽において各4回、湖水において各1回とし、各測定回毎に試料網地の含水条件を異にした。すなわち第Ⅰ～Ⅲ回には脱脂操作の施されない状態のものを第Ⅰ回及び第Ⅱ回は5分間、第Ⅲ回は10分間、水中に浸漬したもの、第Ⅳ回は 60～80°C の熱湯中に約3時間浸漬して脱脂したものを用い、また湖水実験では第Ⅳ回測定のを20分間水中に浸漬した後実験に供した。

第4表のモジ網については測定回数を2回以上とした。

3・2 実験結果

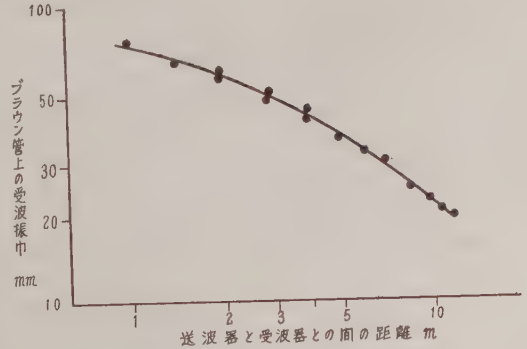
実験結果は第3表及び第4表に示す通りである。

第4表 モジ網、網地取付金枠などの超音波反射損失

試料品名	材 質	寸 法	反射損失 L db
モ ジ 網	綿 糸	100cm×100cm	-20
	"	50 × 50	-22
	"	25 × 25	-23
	"	12.5 × 12.5	-26
	"	6 × 6	-29
	"	3 × 3	-33
金 枠	BS #8 鉄線	50cm×50cm	-36
鉄 板		50cm×50cm	-3
		25 × 25	-7
硝子浮子玉	直 径	7.5 cm	-40
フ ナ	体 長	18.5 cm	-40
湖 底			-7.5
	砂, 泥		-9

3・3 考 察

第3表に示される反射損失は網地と取付枠との総合反射損失である。これから網地のみの反射損



第5図 実験水域に於ける超音波減衰

第3表 試料網地の投影面積及び超音波反射損失

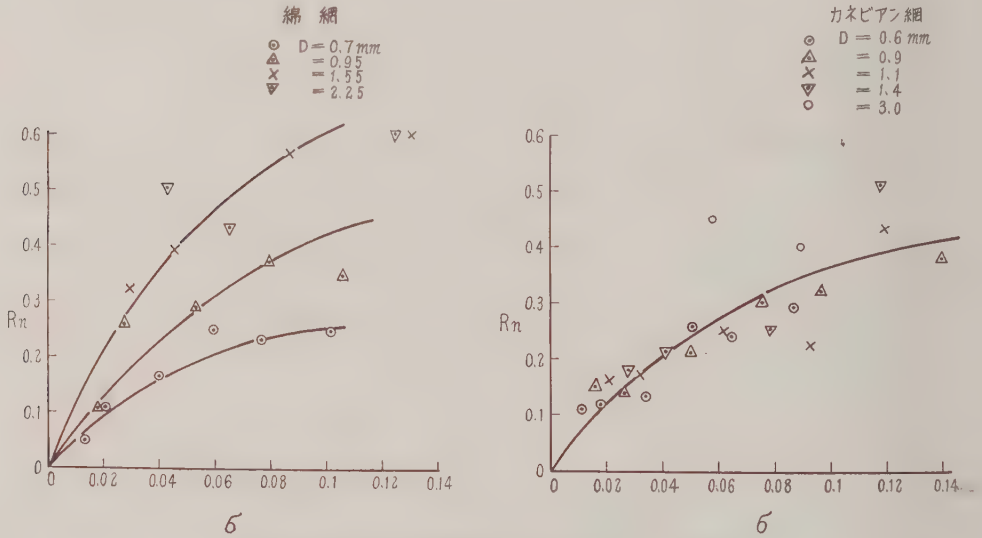
(A) 綿 網 地							超音波反射損失 L_{db}				
網糸の 直 径 D mm	目 合	脚の 長さ mm	目 数	網 地 の 取 付 枠 の 投影面積 S_n cm ²	網 地 の 取 付 枠 の 投影面積 S_f cm ²	網地と枠との 総合投影面積 S cm ²	水 槽 実 験				湖 水 実 験
							第 I 回	第 II 回	第 III 回	第 IV 回	
0.4	3寸	43	56	19.3	65.0	84.3	-11	-11	-14	-22	—
	2 "	28	132	29.6	"	94.6	-10	-11	-12	-21	—
	1 "	14	502	56.5	"	121.5	-5	-7	-8	-10	—
	15節	10	1,052	84.2	"	149.2	-5	-7	-6	-6	—
	20 "	6	2,303	110.5	"	175.5	-4	-4	-4	-4	—
	25 "	5	3,660	146.4	"	211.4	-4	-4	-4	-4	—
0.7	3寸*	43	56	33.7	65.0	98.7	-10	-8	-18	-22	-31
	2 "	28	132	51.7	"	116.7	-10	-8	-12	-20	-25
	1 "	14	502	98.8	"	163.8	-4	-3	-6	-8	-20
	15節	10	1,052	147.3	"	212.3	-4	-2	-4	-3	-15
	20 "	6	2,303	193.5	"	258.5	-2	-1	-4	-1	-15
	25 "	5	3,660	256.2	"	321.2	-2	-1	-3	-1	-14
0.95	3寸	43	56	45.8	65.0	110.8	-11	-8	-9	-20	-25
	2 "	28	132	70.2	"	135.2	-10	-6	-9	-18	-17
	1 "	14	502	134.1	"	199.1	-3	-3	-4	-7	-14
	15節*	10	1,052	199.9	"	264.9	-3	-2	-3	-5	-11
	20"*	6	2,303	265.4	"	330.4	-2	-2	-2	-2	-11
1.55	3寸	43	74.6	74.6	65.0	139.6	-10	-8	-7	-12	-15
	2 "	28	114.6	114.6	"	179.6	-10	-6	-7	-7	-12
	1 "	14	218.7	218.7	"	283.7	-4	-2	-5	-4	-7
	15節*	10	326.1	326.1	"	391.1	-3	-2	-3	-3	-6
2.25	3寸	43	108.4	108.4	65.0	173.4	-9	-9	-8	-8	-10
	2 "	28	166.3	166.3	"	231.3	-9	-9	-8	-7	-10
	1 "	14	317.5	317.5	"	382.5	-3	-2	-4	-5	-6

* 普通使われる漁網ではないので特別に作製した。

(B) カ ネ ビ ア ン 網 地												
網糸の 直 径 D mm	目 合	脚の 長さ mm	目 数	網 地 の 取 付 枠 の		網地と枠との 総合投影面積 S cm ²	超音波反射損失 L_{db}				湖 水 実 験	
				投影面積 S_n cm ²	投影面積 S_f cm ²		水 槽	実 験	湖 水			
							第Ⅰ回	第Ⅱ回	第Ⅲ回	第Ⅳ回		
0.6	3寸	43	56	28.9	65.0	93.9	-12	-13	-16	-18	-27	
	2 "	28	132	44.4	"	109.4	-10	-12	-13	-15	-25	
	1 "	14	502	84.3	"	149.3	-7	-10	-10	-11	-22	
	15節	10	1,052	126.7	"	191.7	-7	-7	-7	-7	-15	
	20 "	6	2,303	162.4	"	227.4	-6	-6	-6	-6	-15	
	25 "	5	3,660	216.0	"	281.0	-5	-4	-6	-6	-13	
0.9	3寸	43	56	43.3	65.0	108.3	-12	-13	-16	-18	-23	
	2 "	28	132	66.5	"	131.5	-11	-12	-16	-13	-22	
	1 "	14	502	126.5	"	191.5	-7	-10	-14	-10	-17	
	15節	10	1,052	190.1	"	255.1	-5	-6	-9	-7	-13	
	20 "	6	2,303	243.7	"	308.7	-6	-6	-6	-8	-12	
	25 "	5	3,660	324.0	"	389.0	-4	-3	-6	-6	-10	
1.1	3寸	43	56	53.0	65.0	118.0	-13	-13	-15	-15	-22	
	2 "	28	132	81.3	"	146.3	-11	-10	-14	-13	-20	
	1 "	14	502	154.6	"	219.6	-5	-5	-7	-10	-15	
	15節	10	1,052	232.3	"	297.3	-5	-4	-7	-7	-15	
	20 "	6	2,303	297.8	"	362.8	-4	-3	-4	-4	-9	
1.4	3寸	43	56	67.4	65.0	132.4	-12	-12	-14	-14	-20	
	2 "	28	132	103.5	"	168.5	-12	-10	-10	-12	-17.5	
	1 "	14	502	196.8	"	261.8	-10	-5	-4	-8	-14.5	
	15節	10	1,052	295.7	"	360.7	-5	-4	-3	-4	-7.5	
3.0	3寸	43	56	144.5	65.0	209.5	-11	-10	-15	-12	-10	
	2 "	28	132	221.8	"	286.8	-11	-9	-12	-10	-10	
	1 "	14	502	421.7	"	486.7	—	—	-2	-10	-5	

との比 $\sigma = \frac{S_n}{A}$ は網目の粗密の度を表わすものであり*、これは網地の単位投影面積当りの網糸による投影面積を表わすものである。これを網地の比投影面積と呼ぶことにする。網地の構成と反射率との関係を論ずるには σ と R_n との関係を論ずればよい。

試料網地の構成並びに反射損失の測定値により σ 及び R_n を計算すると第5表の如く得られ両者の関係は第6図に示される如くである。ただし実験による反射損失の測定値は測定回毎に、即ち網地の含水状態により異なるので、ここでは含水が飽和に近いとみられる湖水実験測定値をとり、これに基いて R_n を計算した。



第6図 網地の比投影面積 σ と反射率 R_n との関係

第6図を見ると、 R_n は一般に σ と共に増大するが σ に比例せず、 σ の大なるに従い R_n の増大率は減少する傾向を示している。また同じ材料の網地でも糸の太さが異れば同じ σ においてもその R_n は必しも等しくなく、一般に網糸の直径 D が大なる程 R_n は大きいようである。ただしこのことは綿網の場合は特に顕著であるが、カネビアン網の場合には、 $D=0.6 \sim 1.4 \text{ mm}$ の範囲では D による R_n の差異は殆んどみられないが、 $D=3.0 \text{ mm}$ になると R_n は明らかに大きいものとなっている。

σ による R_n の変化がかような傾向にあることについて考えるに、反射率 R_n は比投影面積 σ にはほぼ比例して増すべきものと考えられ $\frac{dR_n}{d\sigma} = a' = \text{定数}$ 、と表わさるべきであるが、網地の場合には網糸においての超音波の入射、反射に際して隣接する網糸における入射、反射波と干渉しあい反射波のエネルギーが減殺されることになり、その程度は網目が密なる程甚だしいと考えられ、従つて σ が大なる程 R_n の増大率は減少することになるものと考えられる。よつてある定数 a 及び b をとり

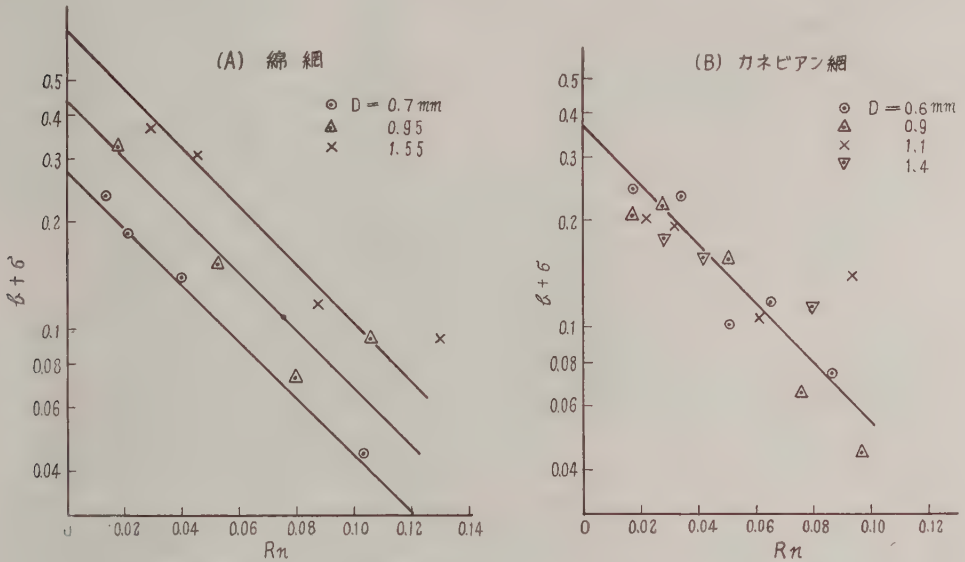
$$\frac{dR_n}{d\sigma} = \frac{a}{b + \sigma} \dots\dots\dots (3-3)$$

とおき得るものと仮定し、これを $\sigma=0$ において $R_n=0$ なる条件のもとに解けば

$$R_n = a \log\left(1 + \frac{\sigma}{b}\right) \dots\dots\dots (3-4)$$

を得る。 R_n と σ との関係が (3-4) 式により表わされるものとして第6図の曲線から b の値を推

定して、 $b+\sigma$ と R_n との関係を見ると第7図の如くになり、(3-4) 式の関係がほぼ満足されることが認められる。よつて (3-3) 式で表わされる仮定には大きな間違いはないといひ得る。



第7図 σ と R_n との関係が (3-4) 式により表わされることの検定

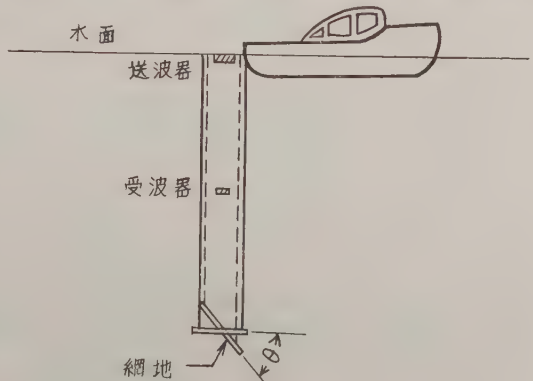
以上の計算のもととなつた反射損失の測定値はその実験条件からみて必しも満足すべきものではなく、特に後記の如く反射損失は網糸の含水程度により異なり、また網糸の浸水速度は網糸の種類、その太さなどにより異なることから考えて第6図、従つて第7図において点にちらばりがあると考えられ、網地の構成と反射率との関係は大体 (3-4) 式により表わし得るものといつてよいであろう。第7図をみると a の値は網糸の種類、その太さにあまり関係がないようであり、 b の値が網糸の太さにより異なるようであるが、これは太さの差による含水程度の差によるものか或は太さそのものによるかはこの実験範囲では明らかでない。

4. 超音波に対して傾斜せる網地の反射率

超音波の進行方向に対しての網地の傾斜角度と反射率との関係をみるため、指向角の主軸に垂直な面に対して傾斜せる網地についてその反射損失を測定しその結果について考察した。

4.1 試料網地及び実験装置

試料網地としては綿糸9本20節の網地を用い、これを $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ の枠に張り第8図に示す如く船から吊下げ、その面が超音波の指向角の主軸に垂直な面となす角 θ を色々にかへ、それぞれの角度における網地の超音波反射損失を測定した。なお比較のため $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ の鉄板についても同様な実験を行つた。



第8図 実験装置

4・2 実験結果及び考察

実験結果は第6表及び第9図に示す如くである。

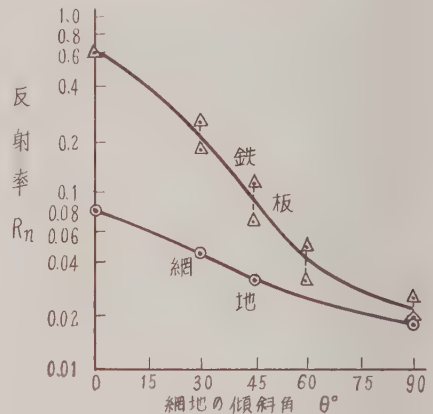
第6表 網地の傾斜角度と超音波反射損失

傾斜角 θ°	超音波反射損失* L db	
	網地**	鉄板***
0	-22	-4
30	-27	-12 ~ -15
45	-30	-19 ~ -23
60	—	-26 ~ -30
90	-35	-32 ~ -35

* 網地の反射損失は取付枠との総合反射損失

** 綿糸9本20節, 網地面積 50 cm×50 cm

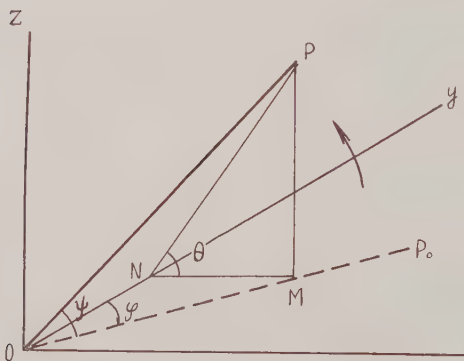
*** 50 cm×50 cm×0.2 cm



第9図 網地の面の傾斜角度と反射率との関係

実験結果をみると、網地の面の傾斜角 θ が大なる程反射率は小さくなっている。しかしその角度の増大による反射率の減少の程度は鉄板の場合に比べるとはるかに小さい。これについて考えると、鉄板の場合には反射波の方向が、反射角の法則により板の傾斜角度そのものに従って変り、受波器への方向の音圧分力は小さくなるので傾斜角度の影響が著しい。網地の場合にも同様な反射法則に従うが、第10図に示す如く、網地を傾ける y 軸に対して φ なる網糸の傾きの角 ψ は

$$\cos \psi = \sqrt{\cos^2 \theta + \cos^2 \varphi \sin^2 \theta} = \cos \theta \sqrt{1 + \cos^2 \varphi \tan^2 \theta}$$



第10図 網地の傾斜角と網糸の傾斜角 ψ との関係

により表わされ、 $\cos \psi$ は $\cos \theta$ より大きい。即ち網糸の傾斜角 ψ は網地の傾斜角 θ より小さく、しかも θ が大なる程 θ と ψ との差は大きい。更に網糸の形状、その表面状態から考えると、受波器方向への反射音圧の減少の程度は平滑な平面をなす鉄板の場合よりも著しく小さいものと考えられる。一方網地の単位投影面積当りの網糸の投影面積、即ち比投影面積 σ について考えると、網地は回転軸に対して φ なる角度をなす網糸と、 φ' なる角度をなす網糸とそれぞれ同数のものから成るものであるから、網地の傾きの角 θ なる時の比投影面積を σ_θ とすると

$$\frac{\sigma_\theta}{\sigma_0} = \frac{1}{2} \frac{\cos \psi + \cos \psi'}{\cos \theta} = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + \cos^2 \varphi \tan^2 \theta} + \sqrt{1 + \cos^2 \varphi' \tan^2 \theta})$$

と表わされ、傾いている場合の方が比投影面積は大きくなり、即ち入射波に対して網目が密になつたと同様な効果をもつことになり、以上の諸効果が総合されて網地の傾斜により反射率は小さくなるが、その減少の割合は鉄板に比べて著しく小さいものとなるものと考えられる。

5. 網地の中浸漬時間と反射率との関係

網地の超音波反射損失は網糸の含水程度により異なり、又含水程度は水中浸漬時間と関係するものであるから、網地の水中浸漬時間と反射損失との関係について実験を行った。

5.1 試料網地及び実験方法

試料としては綿糸及びカネビアン[®]の2種の網地をとり、網地の目合は何れも1寸目とし網糸の太さは第7表に示す如くそれぞれの網地材料につき大, 中, 小の3通りとした。

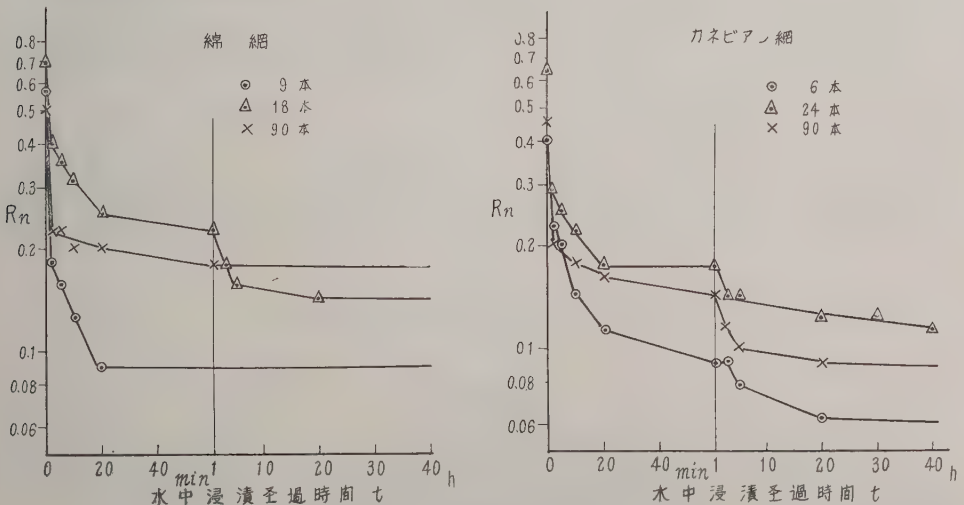
第7表 網地の水中浸漬時間と超音波反射損失

水中浸漬経過時間	超 音 波 反 射 損 失 L db					
	綿 網 地*			カネビアン網地*		
	9 本	18 本	90 本	6 本	24 本	90 本
0 min.	-5	-6	-3	-8	-7	-4
2 "	-15	-13	-8	-13	-14	-11
5 "	-16	-13	-9	-14	-14	-12
10 "	-18	-14	-10	-17	-15	-13
20 "	-21	-14	-12	-19	-16	-15
1 ¹ / ₂ hr.	—	-15	-13	-21	-17	-15
3 "	—	—	-15	-21	-19	-17
5 "	—	—	-16	-22	-20	-17
20 "	—	—	-17	-24	-21	-18
30 "	—	—	—	—	—	-18
40 "	—	—	—	—	—	-19

* 目合: 1寸目

実験方法としては乾燥状態にある試料網地を水中に入れて測定状態に保ち、水中に入れた直後から適当な時間毎にその反射損失を測定した。

5.2 実験結果及び考察



第11図 網地の水中浸漬時間と反射率との関係

実験結果は第 7 表及び第 11 図に示す如くである

実験結果をみると、網地を水中に入れた直後においては、網目でもカネビアン網でも、反射率は急激に減少するが、その後 20~30 分間位の間はほぼ指数関数として表わし得る状態で反射率が減少し、その後もゆるやかな割合で減少を続け、綿糸の場合は約 1 時間で飽和に近くなるが、カネビアン網の場合には浸漬 20~40 時間という長時間を経過してもなお僅かながら反射率の低下が続くようである。

反射率の低下は網目への浸漬の程度によるものと考え得る。網糸の太さが大なる程浸水し難くなるので反射率の低下速度も小さいものと思われる。又浸水が飽和に近い状態においての反射率が網糸の直径の小なる程小さくなっているのは充分浸水された糸の見掛けの密度が網糸の太さ、或は本数により異なるためではないかと推察される。又実験結果では綿糸 18 本のものが以上の考え方からみると例外となつてゐるが、その理由についてはよくわからない。

本実験を行うには青森県漁業部長等に漁業研究室橋本技官に多大の助言を頂いた。また実験現場では武富、三次岡氏並に鷹丸乗組員一同の協力を得た。ここに謝意を表します。

要 約

網地の超音波特性について次の諸実験を行い、その結果について若干の解析を試みた。

- 1) 予備実験として種々の網地について海上実験及び水槽実験を行い、試料の種類によつては水槽実験により海中における網地の反射損失を充分の信頼度を以て求め得ることを認めた。その他実験に必要な条件につき知見を得た。
- 2) 網目の構成と反射率との関係を求めるため、鉄板中に取付けられた網地の反射損失を測定し、それにより求められた干地と岸との混合反射率及び岸の反射率とから網地のみの反射率 R_n を求める式を導いた。網地の反射率は網目の粗密に関係するものであるから、網地の単位投影面積当りの網糸による投影面積を $\sigma \text{ cm}^2/\text{cm}^2$ と表わし、これと R_n との関係を解析し、 R_n は $R_n = a \log \left(1 + \frac{\sigma}{b} \right)$ なる実験式により表わし得ることを導いた。
- 3) 超音波に対して傾いた網地の反射率につき実験し、参考として実験した鉄板の傾斜角と反射率との関係を比較し、両者の相違の理由につき考察した。
- 4) 網地の反射率はその含水程度により異なるにつき、2 種の網地を乾燥状態から水中に浸漬し、その時間経過と反射率の低下との関係について実験した。

Fundamental Study of the Detection of Fish by Supersonic Wave—II. Supersonic Reflection Coefficient of Fishing Net

Saburo KAWADA and Chosei YOSHIMUTA

Synopsis

To obtain supersonic reflection coefficient of fishing nets as the fundamental data for the reasonable application of supersonic fish finder to the fishing practice, tank experiments and field tests were followed by analytical treatment applied on the experimental results.

1) Preliminary experiments: With experimental arrangements as illustrated in Fig. 1, supersonic reflection coefficients of fishing nets, fish, glass-ball floats, etc. were measured in tanks and on the sea. The results from the tank experiments and field tests, which were found much the equal, have confirmed that reliable values of reflection coefficient can be obtained by tank experiments, if due consideration is taken as to the supersonic character of the tank.

2) The reflection coefficient of a net in relation to its mesh size and the diameter of the netting cord: A test piece of a fishing net was stretched on a rectangular frame, 50 cm × 50 cm, of steel wire to measure the reflection loss. The reflection loss of the frame was also measured separately.

Now when R_n = reflection coefficient of the net piece,

R_f = " " the frame,

R = total reflection coefficient of both the net and the frame,

S_n = projected area of the net piece,

S_f = " " the frame,

S = total projected area of both the net and the frame,

then, using the measured values of R and R_f , the reflection coefficient of the net piece alone is obtained by

$$R_n = \frac{1}{S_n} (RS - R_f S_f).$$

The reflection coefficient of the net piece depends on the ratio of the projected area of its netting cord S_n to the area covered by the net A , or the value which is represented by $\sigma = \frac{S_n}{A}$. By analytical study on the relation between R_n and σ obtained (Fig. 6), the authors introduced the following formula:

$$R_n = a \log \left(1 + \frac{\sigma}{b} \right)$$

where a and b are constants depending on the material and surface condition of the netting cord.

3) The reflection coefficient of a net placed obliquely to the direction of the supersonic wave: With an arrangement (Fig. 8), the reflection loss of a net piece was measured at various angle θ of inclination of the net. The relation between the angle θ and the reflection coefficient R is shown in Table 6 and Fig. 9. In the figure the similar relation for a steel plate is appended for the comparison. Some discussion is given on the reason for the discrepancy between the curves for the net and the steel plate.

4) Effect of moistness of the net on the reflection coefficient: The reflection coefficient of a fishing net is remarkably affected by its moistness. In this regard the decreasing tendency of the coefficient was examined at intervals of time with new sample pieces of net of different materials held under water throughout the test period (Table 7 and Fig. 11).

漁網染料の防腐効果に関する研究—I.*

市販ナフテン酸銅染料の適用条件の相異による 防腐効果の差異について

高山重嶺・下崎吉矩・神名孝一

漁網染料の防腐効果は、その適用の条件によつて異なるものであるから、その正しい評価は適用条件を無視しては行い得ないものである。又染料が有効に使用せられるためには、適切な使用条件が経済的見地から設定されなければならない。このような意味において、従来使用された主要な染料については、その各々について適切な使用条件をうるための研究が行われてきたが、¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾最近我国に於て漁具材料の防腐剤として使用されるようになった**ナフテン酸銅染料については、未だその使用条件による防腐効果の吟味が殆ど行われぬままに*** 使用されているようである。

ナフテン酸銅染料は溶剤によつて稀釈されて使用されるのが一般であるが、その場合でも、単独にそれのみの効果の期待だけで使用される場合は寧ろ稀で、多くはその他の殺菌剤及び防水剤****等と混合されて使用されるようである。

著者等は有効なナフテン酸銅染料をつくることをでなく、現在市販されているナフテン酸銅染料を有効に使用するための適用条件の吟味を目的として実験を行い二三の知見を得たのでそれを報告する。本研究に際し御助力いただいた真鶴試験地の平井政治氏に厚くお礼申し上げる。

I. 実 験

1. 材料及び方法

(1) 材料：被染着材料として 1.3 匁付マニトワイン及び 20 番手 60/3 綿トワインを*****用いた染料は、ナフテン酸銅染料として市販カナデーム 42 を用い、これと対比するために B カッチを使用した。市販カナデーム 42 は第 1 表に示される組成の染料原液で、その中に 4% の銅分を含む

第 1 表 染料原液の組成

内 容 物	組成百分率 %	備 考
ナフテン酸銅 *	40.00	染料原液に於けるナフテン酸との結合銅分が 4% になるように白灯油の加減によつて調整されている。
合成樹脂酸 **	0.05	
3 D M ***	2.00	
白 灯 油	57.95	

* ナフテン酸；銅純度 97%。ナフテン酸の酸価 180 乃至 190。

** 合成樹脂酸；3 D M の溶媒として用いられている石油系炭化水素の酸化生成物である。

*** 3DM；合成殺菌剤、主成分は 2-2'dihydroxy 5-5'dichlor diphenyl methan の 30% メタノール溶液である。

* 1958 年 11 月 29 日受理、東海区水産研究所業績 A 第 91 号

** 我国に於ては 1954 年頃より、欧米に於ては 1940 年頃より漁網防腐剤として大量に使用されるようになった。

*** 未だ公開された報告はみあたらない。

**** 例えばヒノキチオール、コールータール分溜の残留物であるビッチ等。

***** この報告中単にトワインとは一般の漁網糸を意味するものとする。

む。染着液はこの原液を第2表に示される各濃度にまで白灯油で稀釈調整されたものである。

第2表 染着された試料標本及び染着液の組成

試料標本		水洗処理	染 着 液		染着液中の有効成分の含量		
マニラ 麻	綿		染料原液	白 灯 油	30 DM	ナフテン酸銅	(銅 分)
A ₁	B ₁	無	20%	80%	0.4%	8%	(0.8)%
A ₂	B ₂	有	20	80	0.4	8	(0.8)
A ₃	B ₃	有	30	70	0.6	12	(1.2)
A ₄	B ₄	有	40	60	0.8	16	(1.6)

(2) 方法：材料トワイン（綿・マニラ麻）を水道水の流水中に 24 時間連続して放置した後 3 日間口乾し、第1表の原液を第2表に示される濃度に稀釈された各染着浴中に 5 時間浸漬した後、3 日間口乾することにより染着処理を完了する。染着及び防腐効果が材料トワインの水洗処理の有無によつて相異なるか否かを知るために、20% 濃度浴で未水洗の材料トワインを同様に処理した。このマニラ麻の標本トワインを A₁ とし綿の標本トワインを B₁ とする。同様に上述の水洗済トワインの 20, 30, 40% 濃度浴により処理されたものの中、マニラトワインの方をそれぞれ A₂, A₃, A₄ と記号し、綿トワインの方をそれぞれ B₂, B₃, B₄ と記号する（2表参照）カツチ染は水洗した材料トワインを右田等によつて推奨される方法²⁾によつて行い、同じく重クロム酸カリ (K₂Cr₂O₇) による固定処理を行つた。但しマニラトワインに対しては高温処理を避け、40°C, 以下の低温に於て処理した。この標本トワインの中、マニラトワインを CK₁ とし、綿トワインの方を CK₂ とした（第3表及び4表参照）。

各々の処理別標本トワインの 10 本を一組とし、その各 5 組宛を神奈川県足柄下郡真鶴町里地浜の地先 50 m の海面下 50 cm の場所に垂下して浸漬し、約 20 日毎に各処理別標本の一束ずつをひきあげてその残存抗張力を測定した。抗張力は試料が充分吸水した状態のものにつき測定し、その平均をもとめた。実験時の室温は 18±2°C に保たれた。試験期間は下記のとうりであつた。

第3表 海水浸漬マニラトワインの抗張力及び減少度 $\log_{10} T/(T_0-T)$

浸漬日数 t		0	21	42	63	89	130
A ₁	T kg	67.7	53.0	42.0	19.5	17.2	9.0
	$\log_{10} T/(T_0-T)$		0.5563	1.9542	1.6128	1.5315	1.1847
A ₂	T kg	65.9	58.3	49.7	36.6	27.9	16.3
	$\log_{10} T/(T_0-T)$		0.8848	0.4857	0.0969	1.8633	1.5185
A ₃	T kg	61.2	56.6	55.2	52.7	44.5	37.6
	$\log_{10} T/(T_0-T)$		1.0989	0.9638	0.8195	0.4249	1.7709
A ₄	T kg	60.4	56.1	54.0	53.2	49.3	35.8
	$\log_{10} T/(T_0-T)$		1.1460	0.9240	0.8630	0.6531	0.1763
CK ₁ *	T kg	68.5	46.8	22.8	14.2	1.8**	—
	$\log_{10} T/(T_0-T)$		0.3345	1.6972	1.4183	2.4314	—

* CK₁ はカツチ染後 K₂Cr₂O₇ 固定処理を行つた試料トワインを意味する。

** CK₁ の 1.8 kg は浸漬日数が 89 日でなく 110 日に於ける抗張力である。

マニトワイン：自 1956 年 11 月 15 日 至 1957 年 3 月 20 日

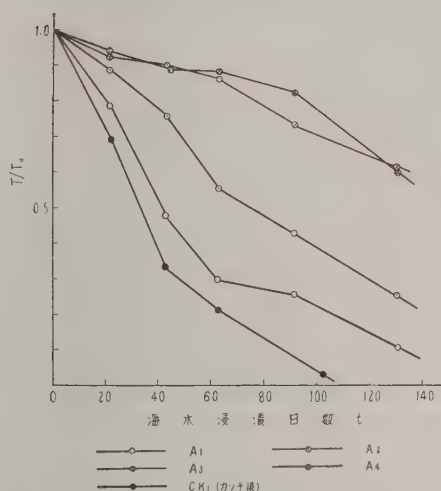
綿 トワイン：自 1957 年 1 月 23 日 至 1957 年 4 月 30 日

2. 実験結果

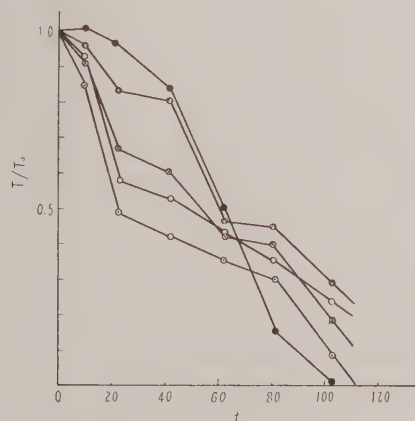
マニラ麻及び綿の各試料標本の平均抗張力が、海水浸漬の時間の経過に伴って減少する状況は第 3 及び 4 表に示される。海水浸漬前の抗張力を T_0 、 t 日海水浸漬後の抗張力を T とすると、そのときの残存強度は T/T_0 である。 T/T_0 と t の関係は第 1 図及び第 2 図に示される。

第 4 表 綿試料トワインの抗張力の減少状況

海水浸漬日数	0	10	21	42	63	81	103
試 料	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
B ₁	29.6	27.6	16.6	15.5	11.2	9.8	4.5
B ₂	32.8	27.5	15.8	13.8	12.2	10.5	3.0
B ₃	29.5	27.7	18.6	16.2	12.9	11.9	5.5
B ₄	33.0	30.8	27.7	26.6	16.3	14.9	9.7
CK ₂	33.0	33.3	32.0	27.6	16.2	4.5	0.3



第 1 図 海水に浸漬されたマニラトワイン標本の抗張力の減少状況 (標本の区別は第 2 表参照)



第 2 図 海水中に浸漬された綿トワイン標本の強度 T/T_0 の減少状況 (標本の区別は第 1 図に準ずる)

ナフテン酸銅染料で染色された標本の T/T_0-t 曲線についてみると、マニラトワインでは T/T_0 がほぼ直線的に減少するとみられるのに対し、綿トワインでは海水浸漬の初期と後期に T/T_0 の減少が著しく、中期には比較的緩やかであるような傾向がみられる。これに対し、カツチ染標本トワインの綿に於ては、 T/T_0 の減少度は海水漬の初期に小さく、中期以後に大きいが、同じカツチ染標本でもマニラトワインに於ては、海水浸漬の中期まで T/T_0 の減少度が大きく、それ以後に於て小さいという傾向が窺われる。

3. 考 察

1) 試料トワインの腐朽測定；田内博士は綿素糸の腐朽に関する研究⁹⁾に於て、その腐朽による

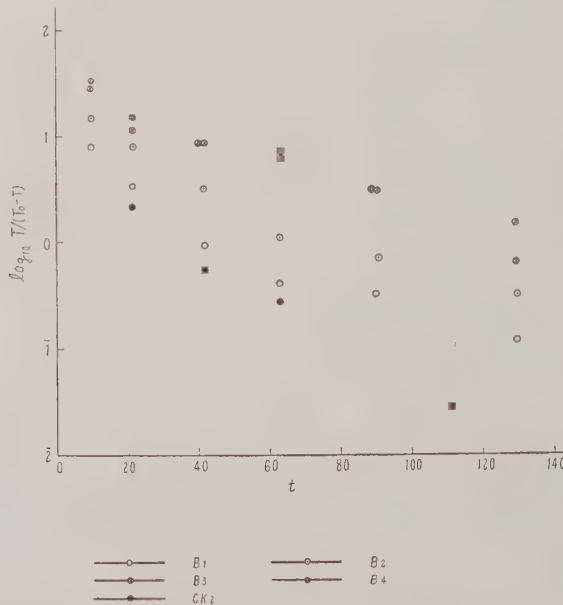
抗張力の変化は、海水浸漬期間中の水温に余り大きな変化がなく網糸の直径が小さいときには次式に従うべきことを論証せられ、更に防腐染料で処理された網糸の海水中に於ける腐朽も亦素糸の前の

$$\log_{10} \frac{T}{T-T_0} = -0.43 \kappa t + \text{const.}$$

記腐朽と同一の経過をたどることを確め、且つ同じ場所、同じ時期のものについては、染糸と素糸との腐朽係数が略々同一である事実から、染糸の同時抗張力の半減日数と素糸のそれとの差をもつて、その染料の有効日数となすべきことを提唱された¹⁰⁾¹¹⁾。上式中 T_0 は網糸が十分に吸水し、しかも未だ腐朽の認められないときの抗張力、 t は海水浸漬日数、 κ は腐朽係数である。宇野¹²⁾、安田¹³⁾ も種々の染色漁網糸*の海水浸漬観測資料につき、田内博士の解析法に基いて、それらの網糸の防腐効果の優劣を報告している。

かく、網糸の海水浸漬中における腐朽の測定として、この腐朽係数 κ 、抗張力半減日数 $t_{1/2}$ 及び有効日数等は極めて重要な意義を有するものであるが、田内の理論によつてそれらが求められる限り、その観測資料に於ける $\log_{10} \frac{T}{T-T_0}$ と t との関係、つまり $-\frac{1}{T} \frac{dT}{dt}$ と T/T_0 との関係はほぼ直線になるべきことが前提とされなければならない。

第3及び4図はそれぞれマニラトワイン及び綿トワインの $\log_{10} \frac{T}{T_0-T}$ と t との関係を示す

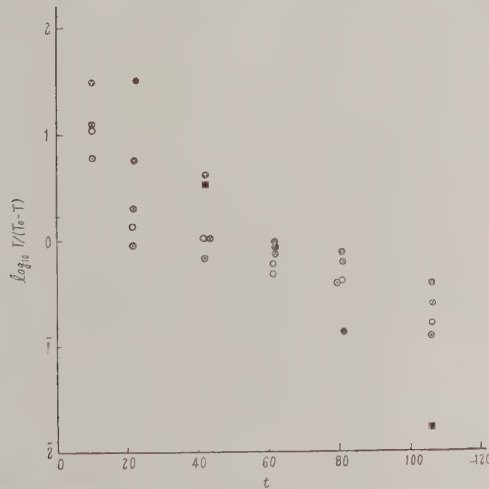


第3図 マニラトワイン標本に於ける $\log_{10} T/(T_0-T)$ と t との関係

ものである。第3図についてみると、これら処理浴の濃度別標本 A_1, A_2, A_3, A_4 の中、 A_1, A_2 は稍々上に凹、 A_3, A_4 は稍々上に凸なる曲線に近い感を呈し、直線と看做しうるや否やについて若干の疑惑がもたれる。しかしその曲率は何れも非常に小さいから、この場合これらの点は何れも略々直線をなすと看做しても実用上大きな誤りを犯すことにはならないであろう。したがつ

* その大部分は綿及びマニラ麻トワインのタンニン糸及びコールタール糸染料によつて処理された標本である。

て、これらの試料標本の腐朽も本実験の場合には近似的に $\log_{10} \frac{T}{T_0 - T} = -0.43 \kappa t + \text{const.}$ なる式に従うものと看做することができそうである。カツチ染の試料 CK_1 については、 $\log_{10} \frac{T}{T_0 - T}$ と t との関係は他の何れよりも直線に近く、最も素直にこの腐朽方程式に従うべきことが首肯され



第4図 綿トワイン標本の $\log_{10} T/(T_0 - T)$ と t との関係標本の区別は第図に同じ

る。第4図についてみると、この中でこの前提を満足することが明らかであるものは CK_2 のみで、他の標本では海水浸漬の初期と後期に於て何れも $\log_{10} \frac{T}{T_0 - T}$ の減少する割合が著しく大きく、直線関係に近いとは看做し難い。この傾向は $-\frac{1}{T} \frac{dT}{dT}$ と T/T_0 との関係をしらべてみると一層明瞭であることが知られるであろう。

このことはナフテン酸銅染料カナデーム 42 の如き殺菌性染料で処理されたものと、細菌の侵入抑止又は防御の機能をもつ漁網染料で処理されたとき、綿トワインでは腐朽が上述の田内博士の理論とは異つた機構でおこるものであることを或は示唆するものであるかも知れない。同じ綿トワインでも、マニラトワインでもカツチ染の標本は博士の腐朽の式に全く一致することは従来多くの人達によつて確められたとうりである。この点については今後の研究に於て更に検討されなければならない。

2) 防腐効果の相異： 漁網染料の防腐効果は従来 (1)網糸の腐朽速度の大きさ即ち腐朽係数 κ の大き、(2)海水浸漬後抗張力の著しく減少し始める迄の日数、(3)抗張力の半減する迄の日数 t_4 、若しくは有効日数等によつて評価されるのが一般であるが、その評価にはこれらの測度が画一的に当てはめられるべきでなく、漁具の性質及びその使用状況に即して、上記の3つの測度が適宜に当用されて評価されるのが至当と考える。例えば本邦日本海沿岸に使用される定置網の如く漁期々間中 4~5 カ月間も連続して海水中に浸漬されるものは、その防腐効果の評価測度として抗張力の半減日数若しくは有効日数が適当であるが、旋網や刺網の多くは漁期々間中に適宜の日乾及び染替が可能であるから、寧ろ(2)の評価測度が適用されるのが至当であろう。又雨天続きとか遠洋出漁等の場合の如く染替出来難いとき、或は格納中の腐蝕等に対しては、上の二つの場合をも含めて、腐朽係数が防腐効果の測度として重要である。

経験によると、この実験の行われた相模湾に於ては海水浸漬後網糸の腐朽のはじまる迄の日数は

比較的小で、而もこの実験では海水浴後 20 日（綿糸では 10 日）毎にしか抗張力が測定されなかつたので、(2) の評価測度を防腐効果の測度にとることは不適当である。そこでこれらの試料標本の防腐効果の測度としてここでは腐朽係数と抗張力の半減日数 $t_{\frac{1}{2}}$ とをとり、それらの大きさを比較する。

第 3 表の $\log_{10} \frac{T}{T_0 - T}$ と t より、田中博士の式により κ が又 $\log_{10} \frac{T}{T_0 - T} = 0$ より $t_{\frac{1}{2}}$ がマニラ麻トワインについて求められる。これを第 5 表に示す。これによると κ の大きい順位は $CK_1 > A_1 > A_2 > A_3 > A_4$ であり $t_{\frac{1}{2}}$ の大きい順位は逆に $A_4 > A_3 > A_2 > A_1 > CK_1$ であつて、カナデーム 42 処理のものでは染着浴の染料濃度の高いもので処理されたもの程 κ が小さく、 $t_{\frac{1}{2}}$ が大き

第 5 表 試料トワインの腐朽係数 κ と抗張力半減日数 $t_{\frac{1}{2}}$

マニラ麻 標本	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	CK ₁
$\kappa \times 10^2$	1.40	1.24	1.08	0.86	22.0
$t_{\frac{1}{2}}$	54	80	120	160	32
綿標本	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	CK ₂
$t_{\frac{1}{2}}$	42	20	50	66	60

い。又同じ濃度の染着浴で処理された標本 A₁ と A₂ とを比較すると κ に関しては $A_2 < A_1$ 、 $t_{\frac{1}{2}}$ に関しては $A_1 > A_2$ であつて、水洗処理後染料処理した A の方が防腐効果が大きい。又カツチ染標本トワインはカナデーム 42 の上記の何れの濃度で処理されたものよりも防腐効果が小さいことが知られる。

綿糸の防腐効果については、上述の如く腐朽係数を測度として評価することが適当でないかもしれないので、ここでは便宜的に第 4 図より $t_{\frac{1}{2}}$ を求め、その大きさにより防腐効果を比較する。 $t_{\frac{1}{2}}$ の大きさは第 5 表にみられる如く $CK_2 \div B_4 > B_3 > B_1 > B > B_2$ の順位になり、カツチ染標本とカナデーム 42 の 40% 濃度浴処理の標本とは略々同等であるが、それより低濃度浴処理のもの $t_{\frac{1}{2}}$ は小さい。20% 濃度浴処理の水洗前処理したもの B₂ としないもの B₁ とでは $t_{\frac{1}{2}}$ の値は $B_1 > B_2$ で後者の方が大きい。その原因について次の項に述べられる。

3) 防腐効果と染料組成成分の関係：2) に得られたような、染着液濃度別処理の各標本トワイン間の防腐効果の差異は、恐らくこの染料の有効成分のトワインに対する染着量の多寡に帰せられるであろう。実験に用いられた市販ナフテン酸銅染料カナデーム 42 の成分は第 1 表に示されるが、その中防腐成分は 3DM⁽⁴⁾ とナフテン酸銅⁽⁵⁾ である。この両者の染着液中における被含量は夫々第 2 表に示される如く夫々異り、何れも染料の稀釈率の高いもの程含有量は少ない。したがつてそのようなもので染着されたもの程防腐効果は低い筈である。2) に得られた結果はこのことを端的に示したものであろうか。

我々が行つた 3DM の防腐効果に関する試験（未発表）に於ては、ナフテン酸銅の濃度がそれぞれ 0.6, 0.45, 0.3 及び 0% である同様なナフテン酸銅染料計 4 通りの染着浴で処理された 1.3 匁付及び 10 匁付マニラトワイン及び岩糸の抗張力の減少度に関しては、前三者と 0% 含有のものでそれぞれ処理された標本との間には差異が認められるが、その前三者間には余り大きな差異は認められないという結果が得られて居る。

そこで第 2 表の標本についてみるに、これ等が処理された各染着浴の 3DM 含有量は A₁, B₁, A₂, B₂ に於てそれぞれ 0.4%, A₃, B₃ において 0.6%, A₄, B₄ において 0.8% であるから、この場合にも 3DM の染着浴の含量の相異が上の試験例と同様な傾向を有するものとすれば、これ等の標本に於

でも 2) に示されたような防腐効果の差異は、ナフテン酸銅の染着量の大小と最も強く関係をもつものと着倣することができるであろう。

ナフテン酸銅のトワインに対する附着量はナフテン銅と結合している銅の量に比例する筈であるから、各試料標本につき定量* された銅のその標本に対する重量比率からナフテン酸銅の附着量を互に比較することができるであろう。この故に本報告では定量された銅の分量(%)をもつて附着したナフテン酸銅量に代えて論ずることとする。マニラ及び綿トワインに対する染着液及び定量された銅附着量等を第 6 及び第 7 表に示す。第 6 表についてみるに、原液の稀釈率の小さい染着浴(例えば A₃, A₄ 等)で染着されたものの総染着液吸収率、重量増加率、銅分附着量が大きく、同じ濃度の染着浴で処理されたもの(A₁ と B₂)では、染着処理前に水洗処理を行つたもの(A₂)

第 6 表 マニラトワインの染料吸収率及び銅分附着量

試 料		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
測定及び 計算項目					
染着処理前重量	gr	100	113	124	109
染着処理直後重量	gr	128	163	177	160
吸 収 量	gr	28	49	53	51
吸 収 率	%	28.0	43.3	42.7	46.8
乾 燥 後 重 量	gr	107	127	131	12.9
重 量 増 加	gr	7	14	16	20
重 量 増 加 率	%	7	12.3	12.9	18.3
処理原液吸収率*	%	5.6	8.7	12.7	18.7
銅 分 付 着 量**	%	0.20	0.30	0.41	0.63

* 処理原液吸収率は吸収率に濃度を乗じてもとめた。

** 銅分付着量は試料トワインの定量分析の値である。処理原液吸収率からの計算値は A₁, B₁, C₁, D₁, に於て夫々 0.22, 0.35, 0.50, 0.74% となる。

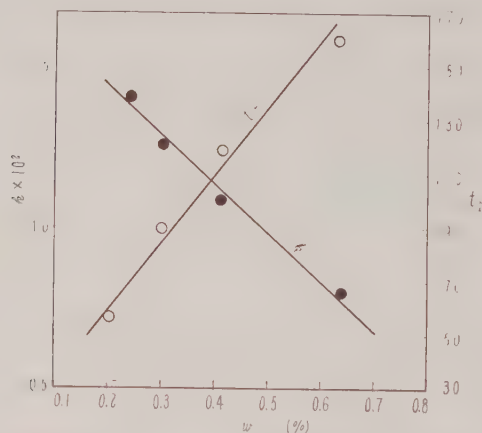
第 7 表 綿糸試料トワインの染料吸収率及び銅分付着量

試 料		B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
測定及び 計算項目					
染着処理前重量	gr	67	77	76	76
染着処理直後重量	gr	117	122	123	126
吸 収 量	gr	47	45	47	50
吸 収 率	%	70.1	58.4	61.8	65.8
乾 燥 後 重 量	gr	83	90	93	96
重 量 増 加	gr	16	13	16	20
重 量 増 加 率	%	23.9	16.9	21.0	26.3
処理原液吸収率	%	14	11.7	18.5	26.3
銅 分 付 着 量	%	0.56	0.47	0.74	1.05

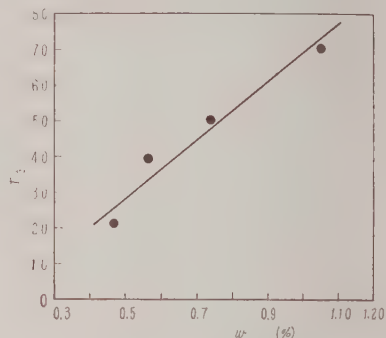
の方が吸収率、重量増加率、銅分附着量等が大きいことが知られる。第 7 表の綿トワインについても同様な傾向がみられるが、染着前予め水洗処理を行つた B₂ と行わなかつた B₃ の試料標本に於て吸収量、重量増加率、銅分附着量が、マニラトワインの場合と逆な結果になつているのが注目される。これは綿トワインの銅附着量は水洗処理によつてその増大を期待することが出来ないことを意味するのであるかも知れない。

* 銅の定量は沃度メトリ法によつた。

第6表及び5表の値より附着銅分と腐朽係数 κ との関係をみると、第5図に示される如く κ の大きさは附着した銅の量とはほぼ直線的関係をもつて減少していることが知られる。又抗張力の半減日数は附着した銅の量とはほぼ直線的に増大するものと着倣されよう。第7及び5表より、綿



第5図 マニラトワインの腐朽係数 κ 及び抗張力の半減日数 $t_{1/2}$ とトワインに附着したナフテン酸銅の銅の重量 w (%) との関係、 w (%) はトワインに対する重量cc



第6図 綿糸トワインの抗張力半減日数 $t_{1/2}$ と綿トワインに附着したナフテン酸銅の銅の重量 w との関係 (w) はトワインに対する重量比

糸について同様に抗張力の半減日数 $t_{1/2}$ と附着した銅の量との関係をみると、第6図の如くマニラトワインの場合と同様に直線関係にあり、染着浴濃度とは必ずしも比例しないことが知られる。如上の結果は又これらの試料標本の防腐効果はこの染料の有効成分の染着浴濃度の大小に左右されるというよりも、寧ろ有効成分のトワインへの染着量の大小に左右されると考えられるべきこと、従つて今後の研究に於ては染着に於ける処理時間、温度及び水沈処理等の差異による染料の染着量の大小に関する吟味の必要性を示唆するものであらう。

現在の場合に於てこの染料の防腐効果は前記の如く近似的にナフテン酸銅の附着量を代表する銅附着量の一次式で表わされよう。即ち、 κ 及び $t_{1/2}$ はそれぞれ

$$\kappa = aw + b, \quad t_{1/2} = a'w + b'$$

により表わされ、マニラ麻及び綿トワインに於ける定数は夫々第5及び6図より第8表の如く求められる。これらの式から得られた $t_{1/2}$ とカッチ染・ $K_2Cr_2O_7$ 固定処理の標本 (CK₁) のそれらとの

第8表 $\kappa = aw + b$ 及び $t_{1/2} = a'w + b'$ における定数 a , b 及び a' , b' の値

試料	a	b	a'	b'
マニラトワイン	-1.36×10^{-2}	1.7×10^{-2}	260	4
綿トワイン			83	-13

w ; トワインに附着した銅分附着量 (%)

比較に於て次のように言うことができるであらう。即ち、カナデーム 42 で染着されたマニラトワインについては、ナフテン酸銅が 0.15% 以上の銅の附着が示す量附着しているとき、カッチ、 $K_2Cr_2O_7$ 固定処理のものよりその腐朽係数は小さく、抗張力の半減日数は大きいとみることができる。綿トワイン

については、抗張力の半減日数が同等でありうるのは、銅の附着量が 1.0% によつて代表される量だけナフテン酸銅が附着した場合である。又上の実験式が示す如く、この染料の防腐効果は綿トワインとマニラトワインとの比較に於ては、マニラトワインに適用された方が著しく大である。

II. 摘 要

1) 市販ナフテン酸銅染料カナデーム 42 が 40, 30, 20% の各濃度に稀釈されて、マニラ麻及び綿トワインに適用されたときの防腐効果の相違について、カツチ・ $K_2Cr_2O_7$ 固定処理の標本と比較検討した。

2) 各試料標本の海水浸漬による抗張力の減少状況は第 1, 2 図に示される。

3) この染料で染着されたトワイン（殊に綿糸）の腐朽形式は、従来のカツチ染或はコールター染糸等（素糸を含む）のそれと若干異なるようにおもわれる。（それは染料の機能が異なることに帰因するかとおもわれる）、したがって後者の腐朽機構にしたがつて求められた田内博士の理論式より求められる腐朽係数はこの種の染料で染められたトワインの腐朽速度としては或は適当しないかも知れない。

4) しかし、マニラトワイン標本の腐朽形式は少々従来のものに類似し、綿トワイン標本は著しく異なるので、（海水浸漬直後の抗張力変化測定の間隔が長かつたので詳にすることが出来なかつた）現在の場合は便宜的に前者については従来の染糸と同様に腐朽係数を求めて腐朽の測度とし、綿ワインについては抗張力の半減までの概略の日数をもつて腐朽の測度とした。

5) 各試料標本の腐朽係数及び抗張力の半減日数 $t_{\frac{1}{2}}$ を求めた。（第 5 表）

6) 第 5 表に於て試料標本 A_1 と A_2 （第 2 表）とが同じ濃度の染着液で処理されたとも拘らず、 κ や $t_{\frac{1}{2}}$ に差異がみられるのは、第 6 表のトワインに対する銅の附着量の間に相違がみられることから知られるごとく、ナフテン酸銅、3 DM 等の有効成分の染着量に相異があつたことによるものとおもわれる。そしてそのような染着量の違いは染着前にトワインが水洗されてあつたか否かによつて生じたものとおもわれる。第 7 表にみられる如く綿トワインに於ては寧ろ逆の結果が得られた。（水洗したために染着量が少くなつた）

7) 我々の別の実験（未発表）に於て得られた結果のように、3 DM の染着液中の含有量が 0.3 至 0.6% であるとき、それらの標本間に余り大きな防腐効果の相異がないものとする、第 5 表のトワイン標本 A_3, A_4, A_5 の間の及び $t_{\frac{1}{2}}$ の差異は、大部分トワインに染着されたナフテン酸銅の量の大小に帰せられるであろう。

8) そのナフテン酸銅の量を各標本から定量された銅の量によつて代表させ、これと κ 及び $t_{\frac{1}{2}}$ との関係を求めると第 5, 6 図が得られる。これらは互に直線関係にあると看做されるので、定数を求め 8 表に示す。

9) 8) に示される κ と $t_{\frac{1}{2}}$ と第 5 表の CK_1 及び CK_2 の κ 及び $t_{\frac{1}{2}}$ との比較により、この（カナデーム 42）染料によりマニラトワインの防腐効果を CK_1 のカツチ染・ $K_2Cr_2O_7$ 固定処理のものより良好にするためには少くとも銅の附着量が 0.15% 以上であるようにナフテン酸銅を染着させることが必要であろう。又綿トワインの場合には 1.0% 以上で銅が定量される程にナフテン酸銅が染着されるべきであろう。

文 献

- 1) 岡田・川口・中沢：“タンニン剤酸化固定法の比較” 水産研究誌 34 (10) 1939.
- 2) 右田・酒井：“漁網用タンニンの合理的使用方法” 水産誌験場報告 (13) 1943.
- 3) 右田・竹井：“タンニン染に於ける海水の使用について” 日本水産学会誌 15 (12) 1950.
- 4) 右田・松本・里見：“硫酸銅による漁網防腐の研究-I” 日本水産学会誌 18 (3) 1952.
- 5) 神名孝一；“同上 -II”，“III” 同上 1953 年 11 月 水産学会にて講演.
- 6) 岡田・中山：“タール酸の影響について” 水産研究誌 34 (8) 1939.
- 7) 岡田・近藤：“漁網防腐剤についての研究”（第 1 報）水産研究誌 33 (6) 1938.

- 8) 岡田・仲田：“漁網防腐剤についての研究” 水産研究誌 33 (9) 1938.
- 9) 田内森三郎：“網糸腐朽の物理” 水産講習所試験報告 22 (5) 1927.
- 10) ———：“網糸の腐朽”-I 水産物理談話会報 (2) 1929.
- 11) ———：“網糸の腐朽”-II 同上 (10) 1930.
- 12) 宇野道夫：“漁網染料の防腐効果” 日本水産学会誌 3 (2) 1925.
- 13) 安田秀明：“染色の腐朽” 日本水産学会誌 8 (1) 1930.
- 14) R.A. ENGEL, Wm. Gump : Am. Dyestuff Reptv, 30, 1947.
- 15) R. G. H. SIU : Microbiological decomposition of Sellouse. Reinhold Pub. Co., 1951.

Studies on the Effects of Net Preservatives—I

Preserving Effects Dependent on Conditions Applying a Commercial Copper Naphthenate to Twine

Shigene TAKAYAMA, Yoshinori SHIMOZAKI and Kōichi KANNA

Synopsis

1) In regard to preserving effects on net twines, comparative experiments have been carried out between treatment with a commercial dyestuff, “Kanademu 42” and catechu- $K_2Cr_2O_7$ fixation. In the experiments sample twines of Manila hemp and cotton were treated with either one of 40, 30, 20% solutions of “Kanademu 42”. The treatment of the control twines with catechu- $K_2Cr_2O_7$ was made according to a prescription recommenced by Migita et al.

2) Tensile strengths of the sample twines that decreased with the progress of time for submerging them in sea water are shown in Figs. 1 and 2.

3) The sample twines—particularly of cotton—treated by the present dyestuff were putrefied through a mechanism apparently different from one that affected twines treated with catechu or coaltar, possibly due to difference in the functions of these preservatives.

In case of twines treated with ordinary preservatives one can use the coefficient of putrefaction computed by Tauti's formula on the basis of putrefaction mechanism in such twines. However, for the reason suggested above, it may not be feasible to regard that coefficient of putrefaction as speed of putrefaction in the twines under report.

4) Differences in the putrefaction mechanisms could have been observed more exactly but for inadequate intervals of time prolonged between successive measurements of the decreasing strength of the twines submerged. Roughly speaking, however, the mechanism in the Manila twine sample was not found so remarkably different as the cotton twines from the ordinary one. Therefore, the coefficient of putrefaction (κ) in the Manila twines was computed for the time being by the same formula as for ordinarily dyed twines and used in indicating the progress of putrefaction. For the cotton twine an approximate number of days leading to a half of the initial strength ($t_{\frac{1}{2}}$) of the twine was used (Table 5).

5) Despite the same concentration of the preservatives used in treating the samples A_1 and A_2 (Table 2), differences in κ and $t_{\frac{1}{2}}$ of the samples are obvious in Table 5. The fact is possibly attributed to variances in the amount of effective components such as copper naphthenate and 3 DM fixed in the twines (Table 6), however, the variance, in the fixed amount which likely took place dependent on whether or not the twine had been washed with water before dyeing, was in reverse between the Manila and cotton twines (Table 7).

7) According to another's experiment (unpublished) no appreciative differences were found between preserving effects on the sample twines when the concentration of 3-DM in the dye bath remained within a range from 0.3 to 0.6%. From this it is inferrable that differences in κ and $t_{\frac{1}{2}}$ in the sample A_2 , A_3 , and A_4 (Table 5) are mainly ascribed to the amount of copper naphthenate fixed in the twines.

8) Let the fixed amount of copper determined from the samples represent the amount of copper naphthenate fixed in them. Then relationships between the fixed amount of copper naphthenate and κ and $t_{\frac{1}{2}}$ will be found linear as in Figs. 5 and 6, their constants being shown in Table 8.

9) From the relationships between κ and $t_{\frac{1}{2}}$ described above and from comparison of these factors between the catechu- $K_2Cr_2O_7$ treatment, CK_1 and CK_2 (Table 5), a requirement for securing the preserving effect of "Kanademu 42" better than the effect of CK_1 is this. The minimum amount of copper that should be fixed as a component of copper naphthenate is 0.15% or more in case of Manila twines and 1.0% or more in case of cotton twines.

Studies on Muscle Proteins of the Squid*

Juichiro J. MATSUMOTO

Introduction

To study the characteristic properties of the squid muscle proteins is of use, from two points of view. Firstly, the acquaintance with the properties serves the food technology of squid meat, which is one of the most important marine products in this country. Secondly, informations on the contraction mechanism and protein composition may contribute to the comparative biochemistry of muscle contraction, because the squid mantle muscle is an example of the muscle which is composed of smooth muscle fibres¹⁾.

In its organoleptic properties, squid muscle is very different from muscles of either domestic animals or fishes: While the fresh muscle is soft, fine and elastic, squid muscle forms an elastic mass of tough texture giving off a plentiful amount of water, when it is boiled. Squid meat has a peculiar sweetness as compared with fish meats.

It was confirmed recently^{3)3a)} that the histological structure of the squid muscle is largely different from the mammalian and fish muscles, but such difference will not exclusively account for the characteristics of the squid muscle. As Table 1 shows, a

Table 1. Composition of muscles of the squid, fishes and mammals

Animals	Japanese name	Moisture %	Total-N %	Proteins %	Fats %	Ash %
Squid, <i>Ommastrephes</i>	Surumeika	75~78 ^g	2.9~3.7 ^g	14~18 ^g	0.6 ^a	0.9~1.4 ^a
Carp	Koi	77~80 ^c	2.7~3.4 ^g	15~17 ^g	1.1~1.2 ^c	1.3~1.4 ^c
Skipjack	Katsuo	71~72 ^b	4.1~4.4 ^b	—	0.2~0.4 ^b	1.3~1.4 ^b
Sardine	Maiwashi	66~70 ^b	3.1~3.4 ^b	—	9~14 ^b	1.2~2.1 ^b
Horse mackerel	Maaji	74~78 ^b	3.1~3.5 ^b	17~19 ^f	3.0~5.6 ^b	1.2~1.5 ^b
Flatfish	Hirame	78 ^b	3.3 ^b	18~22 ^f	0.8 ^b	0.6 ^b
Rabbit	Usagi	72 ^f	3.7? ^f	17~20 ^d	3.3 ^f	1.4 ^f
Beef	Ushi	73 ^f	3.2? ^f	18~19 ^d	4.7 ^e	0.8 ^e

a. MIGHTA and TANIKAWA⁴⁾

b. SIMIDU⁵⁾

c. OKUDA and OYA⁶⁾

d. SMITH⁷⁾

e. ARIMOTO⁸⁾

f. MATSUMOTO⁹⁾

g. MATSUMOTO¹⁰⁾

squid muscle is rich in moisture, whereas it is poor in fats compared with mammals and fishes. It has as much as N-content, but is poor in proteins. So the non-proteinous-N is abundant. Among the non-proteinous nitrogen compounds, contents of betaine¹¹⁾, taurine¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾, trimethylamineoxide, proline, histidine, arginine, alanine and

* Received Dec. 19, 1958.

Contribution A. No. 92 from Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

glycine⁽¹⁾⁽¹⁶⁾ have been known to be comparatively high. Nevertheless, these peculiarities will explain nothing else but the peculiar taste of the squid muscle.

For it seems that the peculiarities of the squid muscle might largely depend on characteristics of proteins contained in the squid muscle, it was undertaken by the present author to study these problems. Although some reports⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾ have been published on protein composition of the squid muscle, further data are needed based on recent thoughts of protein chemistry. It was reported⁽²¹⁾⁽²²⁾ that whole muscle proteins of the squid showed a lower iso-electric point in value than those of fishes. On the other hand, recent works⁽²³⁾⁽²⁴⁾ showed, that there is no significant difference in the amino-acid composition of whole muscle proteins between squid and fishes.

It was suggested from these results of the preceding workers, that, if there are some characteristic properties in the squid muscle, they might be related to the characteristics in protein composition and in properties of proteins. So the isolation and examination of the muscle proteins of the squid appeared necessary.

General Discussion

Studies on properties of squid muscle proteins

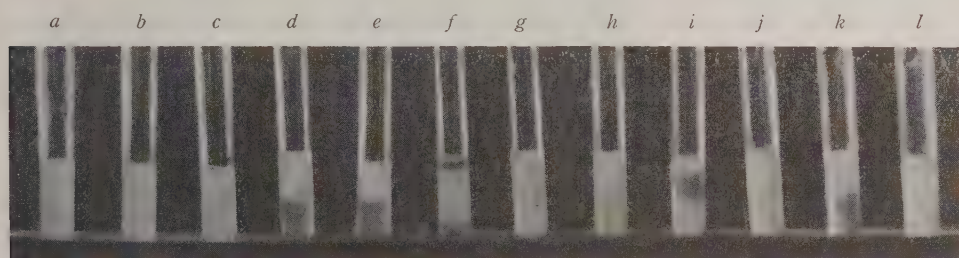
The following results were obtained on the properties of squid muscle proteins.

When the squid muscle was subjected to extraction with water for isolating albumins, I found some strange phenomena namely that the amount of the extracted protein per unit weight of muscle was not constant and that an intense streaming birefringence (SB) was found in the second and later extracts of repeated aqueous extractions in which SB was never found in the case with fish muscles. Thus, the content of albumin of the squid muscle could not be estimated by aqueous extraction, and there was shown an indication, that some fibrous proteins might be extracted with water, whereas fibrous proteins in the muscle of rabbits and fishes had been usually classified into globulins which is insoluble in water⁽²⁵⁾. Since the estimation of albumin in the squid muscle seemed difficult, a study on the nature of the water soluble streaming birefringent protein of squid muscle was taken up as the first step.

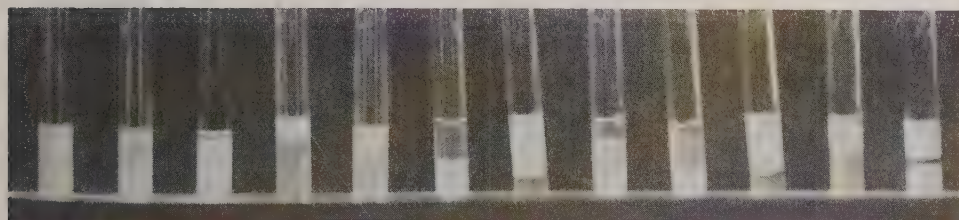
In the water-soluble streaming birefringent protein fraction which corresponded to more than 30% of total muscle proteins of the squid, the presence of a myosin-like protein and an actomyosin-like protein, appeared probable as far as its salting-in behavior between 0.05 and 0.6 of ionic strength is concerned⁽²⁶⁾. The actomyosin-like protein which was obtained in a yield of ~9% of total muscle proteins showed responses to adenosinetriphosphate (ATP) such as ATP-responses of SB and viscosity, superprecipitation and adenosinetriphosphatase (ATPase) activity, each of which has been believed to be a reaction involved in muscle contraction. So, it was suggested that a contractile muscle protein has been dissolved in water⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾. Besides the actomyosin-like protein was distinct from actomyosins of the rabbit and carp which might be insoluble in water, such protein or a similar one, if not identical, appeared to distribute

in molluscan muscles^{30,31}. So, it was proposed by the present author to refer to this protein as M-actomyosin²⁷.

Then, a question arose whether M-actomyosin obtained from aqueous extracts is identical or not with the protein which occupies the greater part of the myosin fraction in the salt extract of squid muscle and was referred to as "myosins" by the present author²⁵. For answering this, it was tried to isolate actomyosin from squid muscles according to the ordinary method for isolating actomyosins of rabbits and carp³². While the isolation was unsuccessful by the ordinary method, an actomyosin-like protein was obtained from the squid muscle in a good yield (40~60% of total muscle proteins) by a procedure modified in some points. The squid protein thus prepared was proved to be an actomyosin-like protein, because it showed some actomyosin-proper responses such as ATP-response of viscosity, superprecipitation, and ATPase activity³³. Superprecipitation of this protein is shown in Fig. 1.



(A) 20 min. after adding ATP.



(B) 22 hr. after adding ATP.

Fig. 1 Superprecipitation of M-actomyosin of the squid obtained from salt extract. Protein concentration, 2.8 mg./mL; ionic strength, 0.1; pH of the mixtures, 5.9~6.7; date, June 26.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	<i>j</i>	<i>k</i>	<i>l</i>
APT*	—	—	—	+++	++	+	+++	++	+	+++	++	+
MgCl ₂ (0.001M)	—	+	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—
CaCl ₂ (0.001M)	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	+	+
Aggregation of fine particles**	—	—	—	Immediately			Immediately					
Shrinkage of precipitate**	—	—	—	3~20			>60	>60	5~10	>60	20	>60

* ATP concentration: +++, $100 \times 10^{-4} \text{M}$; ++, $25 \times 10^{-4} \text{M}$; +, $5 \times 10^{-4} \text{M}$.

** Time in minutes after adding ATP.

By electrophoretic analysis, the actomyosin-like protein from the salt extract of the squid was found to give a practically identical pattern with M-actomyosin from aqueous extract³⁴⁾³⁵⁾. In both cases, the peak of the actomyosin-like protein was accompanied by one or two less fast peaks, though preparations with a single component was obtained in a few examples from salt extract. At any rate, it was proposed to refer as M-actomyosin to both the actomyosin-like proteins from the aqueous extract and that from the salt extract.

Studies on protein composition of the squid muscle

Besides it was found difficult, as stated above, to estimate albumins in the squid muscle by aqueous extraction, to estimate the non-myosins* of the squid by dilution or dialysis of salt extract according to WEBER³⁶⁾, SMITH⁷⁾³⁷⁾ and DYER *et al.*³⁸⁾ was unsuccessful in the earlier stage of the study²⁵⁾.

From further observations, the difficulty in estimating the non-myosins of the squid was found to be due to the instability of myosins or M-actomyosin in salt solution³²⁾³⁹⁾ and thus it was chosen to isolate non-myosins from myosins at 0.05 ionic strength and at pH 6.5, by diluting salt extract immediately after extraction with 0.6 M KCl.

The protein composition of the squid muscle determined by such method is shown in Table 2 where the values with rabbit and fishes are listed for comparison⁴⁰⁾. As

Table 2. Protein composition of muscles of the squid, fishes and rabbit

Animal	Non-myosins (sarcoplasmic) %	Myosins (fibrillar) %	Stroma %	Reference
Squid	12~20	77~85	2~3	The present author ⁴⁰⁾
Cod	21	76	3	DYER <i>et al.</i> ³⁸⁾
Haddock	18	79	3	RAY <i>et al.</i> ⁴¹⁾ **
Torpedo	18~28	65~71	7~12	BAILEY ⁴²⁾
Carp	23~25	70~72	5	The present author ²⁵⁾¹⁰⁾
Flatfish	18~24	73~79	3	The present author ²⁵⁾¹⁰⁾
Rabbit	44	39	17	WEBER <i>et al.</i> ³⁶⁾
	27	57	16	SMITH ⁷⁾³⁷⁾
	28	55~57	15~17	HASSELBACH <i>et al.</i> ⁴³⁾

** Figures are corrected by the interpretation of the present author.

Table 2 shows, no appreciable difference in the ratios of the three fractions was found between the muscles of the squid and those of teleosts, whereas values for stroma of these muscles were lower than those of the rabbit muscle. So, it was thought that the characteristic qualities of the squid muscle must be due to the properties of protein components contained in the squid muscle, and especially to those of M-actomyosin which seemed proper to squid muscle.

* In estimation of the protein composition of muscle, myogens, myoalbumin and globulin X were grouped together as "non-myosins", and fibrous proteins such as myosin and actomyosin, as "myosins".²⁵⁾³⁹⁾⁴⁰⁾

Similarity of M-actomyosin to actomyosins of the rabbit and carp

When the results of the present study with regard to the properties of M-actomyosin of squid are listed together with those of the rabbit and carp actomyosins, Table 3 is obtained.

Table 3. Properties of M-actomyosin of squid and actomyosin of rabbit and carp

Property		M-actomyosin of squid		Actomyosin of carp*	Actomyosin of rabbit**
		From aqueous extract	From salt extract		
Viscosity	{ Solubility in water { From muscle From isolated preparation	Soluble (SB+)	—	Insoluble	Insoluble
		Soluble (SB+)	Soluble (SB+)	Partly soluble (SB-)	Insoluble ?
	Salting-in range	0.2~0.4	0.15~0.4	0.2~0.5	0.24~0.5
	Salting-out range	—	25~35%†	—	28~32%
	Viscosity number, $Z\eta$	—	0.35~0.48††	0.35~0.54	0.23~0.5
	Intrinsic Viscosity, $[\eta]$	—	3.5~4.8††	3.5~5.4	2.3~5.0
	ATP-sensitivity (%)	130~159	46~100	116	60~180
	Effect on recovery { Ca ion Mg ion	Promotion	Promotion	—	Promotion
		Inhibition	Inhibition	Inhibition	Inhibition
	Viscosity after recovery	Resumes to fall at $\text{Ca}^{++}(+)$ or $\text{Mg}^{++}(+)$	Resumes to fall at $\text{Ca}^{++}(+)$ or $\text{Mg}^{++}(+)$	Constant	Constant
SB	Intensity	Intense	Intense	Intense	Intense
	ATP-response	+	+	+	+
	Superprecipitation	+	+	+	+
	ATPase	+	+	+	+
	Isoelectric point ($I=0.4$)	pH 4.7	pH 4.6	pH 4.8~4.9	pH~4.5
	Electrophoretic mobility ($\times 10^{-5}\text{cm}^2/\text{V. sec.}$)				
	Ascending limb	-5.1×	-5.1×	-3.1×	-2.7~3.1×
	Descending limb	-5.1×	-4.4×	-2.8×	-2.5×
	Stability	Labile	Labile	Comparatively stable	Comparatively stable
	Phosphorus (%)	0.72	0.27	—	—

* Cited from literatures²⁷⁾²⁹⁾⁴⁴⁾⁴⁵⁾⁴⁶⁾¹⁰⁾,

** Cited from literatures⁴⁴⁾⁴⁷⁾⁴⁸⁾⁴⁹⁾⁵⁰⁾⁵¹⁾¹⁰⁾,

† Probable value from unpublished data¹⁰⁾,

†† Unpublished data of SUZUKI⁵²⁾.

As Table 3 shows, M-actomyosin, the actomyosin-like protein of the squid, is a globulin which shows salting-in range comparable with actomyosins of rabbit and carp. It is similar to the latter in that it is intensely streaming birefringent and highly viscous, and its isoelectric point is close to those of rabbit and carp actomyosins, though the value is slightly low in the former. Both in M-actomyosin of the squid and in actomyosins of the rabbit and carp, ATP-responses of viscosity and of streaming birefringence and also superprecipitation are found. While the level of ATP-sen-

sitivity is comparable with one another, effects of Ca ion and Mg ion on the recovery of viscosity or streaming birefringence are alike. Any of these proteins shows ATPase activity, though the detailed property of the activity, such as optimal conditions, might not be identical, as it has been shown by DE VILLAFRANKA²³ on the myosin fraction of the squid.

On these bases, it was inferred that M-actomyosin might be a contractile protein which is responsible for the contraction of the squid muscle, while actomyosin is responsible for it in muscles of the rabbit and carp. Since M-actomyosin occupies more than 60% of total proteins of the squid muscle, it might be the dominating contractile protein of the squid muscle.

Difference of M-actomyosin from actomyosins of the rabbit and carp

On the one hand, M-actomyosin of the squid shows similarities to actomyosins of the rabbit and carp, on the other hand, it has some differences from the latter.

In the first place, M-actomyosin of the squid is soluble in water both from the muscle tissue and from the isolated preparation, exhibiting SB,³⁵ as shown in Table 3, whereas, such behavior has never been reported with actomyosin of the rabbit. Though with carp actomyosin, nearly half of the used protein dissolved in water, even then SB was never observed.

In the second place, M-actomyosin of the squid shows a higher value of electrophoretic mobility ($\sim 5.1 \times 10^{-5} \text{cm.}^2/\text{V. sec.}$ in ascending limb) as compared with those of actomyosins of the rabbit and carp, which come close to each other ($\sim 3 \times 10^{-5} \text{cm.}^2/\text{V. sec.}$). Moreover, M-actomyosin of the squid is often accompanied by one or two impure components both of which migrate with lower mobilities than M-actomyosin, while an electrophoretically homogeneous preparation is readily obtained in the case with the actomyosins of rabbit and carp. It is suggested³¹ that the second component (Component 2) of the electrophoretic pattern of M-actomyosin preparation of the squid might be an artefact derived from the fastest component which is M-actomyosin itself.

In the third place, M-actomyosin of the squid is more labile than the actomyosins of rabbit and carp, and changes, during storage in its dissolved state, into an artefact which is less precipitable at lower ionic strength. This artefact is believed to correspond to Component 2 observed in the electrophoretic study.

In the fourth place, characteristic behaviors are found by SUZUKI³² in a viscometric study of M-actomyosin. While intrinsic viscosity, $[\eta] = \lim_{C \rightarrow 0} \left(\frac{\eta_r - 1}{C} \right)$, is comparable, the concentration dependence of the viscosity of M-actomyosin is distinct from, and rather complicated, compared with the case of the actomyosins of rabbit and carp. Thus, in M-actomyosin, the relationship, in $\eta_r - C$, markedly deviates from linearity, the value of viscosity number, $Z_\eta = \frac{\ln \eta_r}{C}$, varying with the protein concentration (C).

It is also found with M-actomyosin, that viscosity decreases during storage in a dissolved state, while the viscosity of actomyosin solutions of the rabbit and rat is practically constant for a few days. Although a similar drop in viscosity is found

with actomyosin solutions of the carp and other fishes, that of M-actomyosin of the squid is far more marked.

In the fifth place, a strange aspect of change in viscosity is observed upon the addition of ATP⁽²⁸⁾⁽³³⁾. Thus, after the viscosity is recovered, succeeding the viscosity drop which is caused by ATP, the viscosity resumes to fall when 0.001~0.01 M Ca ion or Mg ion is present. Though the mechanism of this phenomenon is obscure, it seems to be related with results obtained from the study of myosin B of *Pecten*⁽⁵⁰⁾⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾⁽⁵⁵⁾⁽⁵⁶⁾⁽⁵⁷⁾ which will be discussed later.

According to DE VILLAFRANKA⁽²⁾, ATPase activity of the myosin fraction of the squid at pH 6 and 0.15 ionic strength is accelerated by 10^{-3} ~ 10^{-2} M Ca ion and is not inhibited but slightly accelerated by 10^{-4} ~ 10^{-1} M Mg ion. Though data on the rabbit or carp actomyosin ATPase in literature are obtained in more or less different experimental conditions, the ATPase activity of the rabbit and carp actomyosins is usually depressed with Mg ion. So it is suggested, that there might be some characteristics in details of ATPase activity of squid myosin. According to the preparation method of DE VILLAFRANKA⁽²⁾, his myosin appears to correspond to the actomyosin-like protein of the present author.

Comparison with actomyosins of some invertebrates

Besides comparison with actomyosins of striated muscles of the vertebrates, comparison of the squid M-actomyosin with actomyosins or myosin B's of invertebrates such as shellfishes⁽⁵⁰⁾⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾⁽⁵⁵⁾⁽⁵⁶⁾⁽⁵⁷⁾, crayfish⁽⁵⁰⁾⁽⁵⁸⁾ and honey-bee⁽⁵⁰⁾⁽⁵⁹⁾ will be made (Table 4).

Table 4. Actomyosin-like proteins of invertebrate muscles

Property	<i>Pecten</i> *		<i>Halotis</i> **	<i>Crayfish</i> [†]	<i>Honey-bee</i> ^{††}
	Fast adductor	Slow adductor	adductor	(Tail muscle)	Thoracic muscle
Salting-in range	—		—	0.15~0.4	0.15~0.35
Salting-out range	30~35%		—	30~35%	30~35%
Viscosity number, Z_η	0.28	0.24	0.16	0.40	0.40
ATP-sensitivity	200	70	33	100	135
Effect on recovery	Ca ion		Promotion	Promotion	—
	Mg ion		Inhibition	Inhibition	Inhibition
Viscosity after recovery	Resumes to fall with Mg^{++} or arginine		—	—	—
Superprecipitation	+	+	+	+	+
ATPase	+	+	+	+	+
Stability	Less stable than rabbit actomyosin		—	—	—

* Cited from the literatures⁽⁵⁰⁾⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾⁽⁵⁵⁾⁽⁵⁶⁾⁽⁵⁷⁾

** Cited from YAGI *et al.*⁽⁵³⁾

† Cited from MARUYAMA⁽⁵⁰⁾⁽⁵⁸⁾

†† Cited from MARUYAMA⁽⁵⁰⁾⁽⁵⁹⁾

It is found in Table 4, that viscosity numbers, Z_η , of shellfish myosin B's are far lower than those of the rabbit and carp actomyosins, while those of crayfish and honey-bee myosin B's are slightly lower but comparable with the latter. Though the intrinsic viscosity of M-actomyosin of the squid calculated for C (concentration) $\rightarrow 0$ and $\bar{\gamma}$ (velocity gradient) $\rightarrow 0$ is comparably high, the viscosity numbers, Z_η , as low as 0.2 $\sim$ 0.4 are obtained occasionally at concentrations less than 4 mg. protein/ml., because, with M-actomyosin, the value of Z_η decreases with protein concentration and changes inversely with velocity gradient, while viscosity of the solution decreases quickly during storage. Since the data on shellfishes are obtained at a single level of protein concentration and at higher velocity gradients, these appear to suggest the similarity of shellfish myosin B's with M-actomyosin of the squid.

As discussed above, the viscosity of the M-actomyosin solution resumes to fall after the recovery from the low viscosity caused by ATP, when Ca ion or Mg ion is present. A similar drop of viscosity is reported with *Pecten* myosin B⁵⁴⁾ in the presence of Mg ion.

Moreover, myosin B of *Pecten* adductor is less stable in a dissolved state, than actomyosins of the rabbit and carp, and disaggregates at pH beyond 8 and a KCl concentration higher than 1.0 M, while the latter do, when pH is raised above 10⁶⁰⁾. The artefact thus derived is soluble at pH 6.5 and 0.3 M KCl, being less viscous and less sensitive to ATP. These properties seem to correspond to the lability of M-actomyosin of the squid, but this appears more labile than the shellfish proteins.

While some characteristics of the squid protein are found to be shared by other molluscan muscles³⁰⁾³¹⁾, it will be supported by these facts.

It is suggested in the electrophoretic study of M-actomyosin³⁴⁾ that tropomyosin is formed as a result of degradation or denaturation of M-actomyosin. It might be supported by ultracentrifugal study, that a peak with sedimentation constant of 2.7 $\sim$ 3 S which corresponds to that of tropomyosin is found¹⁰⁾⁶¹⁾ with M-actomyosin stored a few days in its dissolved state.

Since tropomyosin has been isolated from the squid muscles⁶²⁾⁶³⁾ and recently has been done so in a good yield⁶⁴⁾, the above view, that a dominant part of squid muscle proteins consists of a tropomyosin polymer or a complex protein which includes tropomyosin as a subunit appears probable.

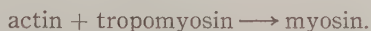
On the other hand, BAILEY⁶⁵⁾ and other workers⁶⁶⁾⁶⁷⁾ have proposed that, in muscles of some Molluscs such as *Octopus*, *Pinna* and lamellibranchs, tropomyosin is contained as a dominant protein.

However, on the one hand, tropomyosin which itself has no ATPase activity appears to be incapable of contraction in situ. On the other hand, actomyosin-like proteins which show responses related to contraction, such as ATP-response of viscosity and superprecipitation have been isolated from the squid. So it seems likely that, in molluscan muscles, contractile function might be carried on not by tropomyosin itself but by such a complex protein which includes tropomyosin as a subunit.

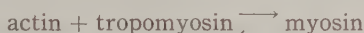
A different explanation of the abundance of tropomyosin in *Pinna* adductor has

been brought forth, very recently, by RÜEGG⁶⁸⁾: Tropomyosin molecules exist in a polymerized form, which is connected with viscous tonus in situ, while actomyosin plays a role of the contractile element. As far as the squid proteins are concerned, however, tropomyosin appears to exist in situ as a subunit of the dominant contractile protein *i.e.* M-actomyosin as discussed here.

With the role of tropomyosin, a hypothesis has been proposed that in a biosynthetic process tropomyosin molecules are taken up into myosin molecule⁶⁹⁾ in the following way⁷⁰⁾⁷¹⁾:



Basing on some experimental observations, KOMINZ *et al.*⁷¹⁾ brought forth a hypothesis with molluscan muscle proteins, that some amounts of free actin and tropomyosin might be always present in a labile equilibrium because the affinity between actin and tropomyosin might be weak in molluscan proteins.



If this hypothesis might be applied for the case with the squid proteins, there will be some difficult points, *e.g.*, that one can not identify actin and myosin respectively on the electrophoretic patterns of M-actomyosin. However, the facts found by the present author might bring forth some experimental bases to advantage of this hypothesis as far as it is concerned that an actomyosin-like complex is degraded into tropomyosin.

Summary

In a series of experimental study on muscle proteins of common squid, *Ommastrephes*, the followings have been found:

While squid muscle is comparable with fish muscles in protein composition, the properties of the actomyosin-like, fibrous protein are considerably different compared with those of rabbit and carp actomyosins. Since the actomyosin-like protein of the squid shows ATP-responses of viscosity and streaming birefringence (SB) and also superprecipitation, it is probably related to the contractile function in situ. However, it is suggested that the squid protein is distinct from the actomyosins of rabbit and carp which are well known, because the former shows some distinct properties, such as, solubility in water, lability in a dissolved state, different value of electrophoretic mobility and different electrophoretic behavior etc. It is proposed to refer to the actomyosin-like protein of the squid as "M-actomyosin".

Similarities to, and distinctions from, actomyosins of vertebrates and invertebrates of M-actomyosin are discussed.

Acknowledgement

The author wishes to express his gratitude to Dr. M. MIGITA for his invaluable advice, to Prof. S. MIZUSHIMA, to Prof. T. ANDO, and to Honorary Prof. T. SODA, for their encouragement. The author is indebted to Mrs. T. SAISHU, Mr. Y. ISHINO, Mr. N. AOE, Miss A. YAMASHITA, Miss M. AKIBA, and Miss E. OKUYAMA for their technical assistance, and to Dr. TAKAHASHI and to the members of the Chemical Division and of the Technological Division of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory for discussing the program of study.

References

- 1 DAHLGREN, U. and KEPNER, W. A.: "A Text-Book of the Principles of Animal Histology", The MacMillan Co., New York, 1908, Cited from DE VILLAFRANKA²⁾.
- 2 DE VILLAFRANKA, C. W.: *Biol. Bull.*, **105**, 392~393 (1953); **108**, 113~119 (1955).
- 3 TANAKA, T.: *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, No. **20**, 77~89 (1958).
- 3a) KAWAGUTI, S. and IKEMOTO, N.: *Biol. J. Okayama Univ.*, **3**, 196~207 (1957).
- 4 MIGITA, M. and TANIKAWA, E.: "Chemistry and Technology of Squid", Hokkai Suisan Shim-bun Sha, Hakodate, 1958, pp. 242.
- 5 SIMIDU, W.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **15**, 32~34 (1948).
- 6 OKUDA, Y. and OYA, T.: "Chemistry of Sea Foods", Koseikaku, Tokyo, 1950, pp. 258.
- 7 SMITH, E. C. Bate-: *J. Soc. Chem. Ind.*, **1934**, 351~354 T.
- 8 ARIMOTO, K.: "Tables of Composition of Foods", Ooyashima Shuppan Co., Osaka, 1945, pp. 37.
- 9 MATSUMOTO, F.: "Tables of Composition of Foods," Shibata Shoten., Tokyo, 1956, pp. 64.
- 10 MATSUMOTO, J. J.: Unpublished data.
- 11 YOSHIMURA, K. and KUBO, S.: *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **3**, 205 (1953).
- 12 SUZUKI, U.: *J. Tokyo, Chem. Soc.* **30**, 25~42, 917~967 (1909).
- 13 YOSHIMURA, K. and FUJISE, S.: *J. Chem. Soc. Jap.*, **50**, 109~116 (1929).
- 14 OKUDA, Y.: *J. Tokyo, Chem. Soc.* **37**, 1270~1304 (1916).
- 15 ENDO, K., HUIITA, M. and SIMIDU, W.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **20**, 723~725 (1954).
- 16 KONOSU, S., AKIYAMA, M. and MORI, T.: *Ibid.*, **23**, 561~564 (1958).
- 17 OKUDA, Y.: *J. Agr. Soc. Jap. (Nogaku Kaiho)*, **200**, 279~416 (1919).
- 18 HATAKOSHI, Y.: *Bull. Agr. Chem. Jap.*, **14**, 1413~1422 (1938), *Ibid.*, **14**, 1493~1500 (1938).
- 19 NARA, S.: *Bull. Hokkaido Gakugei College*, **5**, 75~80 (1954).
- 20 KITABAYASHI, K.: *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, No. **11**, 102~104 (1954).
- 21 NOGUCHI, E., KIZAKI, G. and NISHIDA, Y.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **16**, 25~28 (1951).
- 22 OKADA, M. and TADA, S.: *Ibid.*, **19**, 178~183 (1953).
- 23 SUGIMURA, K., TATRA, H., HOSHINO, N., EBISAWA, H. and NAGAHARA, T.; *Ibid.*, **20**, 520~525 (1954).
- 24 KONOSU, S., KATORI, S., OTA, R., EGUCHI, S. and MORI, T.: *Ibid.*, **21**, 1163~1166 (1956).
- 25 MATSUMOTO, J. J.: *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, No. **20**, 65~75 (1958).
- 26 MATSUMOTO, J. J.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **23**, 47~52 (1957).

- 27) MATSUMOTO, J. J.: *Ibid.*, **23**, 92~104 (1957).
- 28) MATSUMOTO, J. J.: *Ibid.*, **23**, 775~781 (1958).
- 29) MATSUMOTO, J. J.: *Ibid.*, **24**, 29~36 (1958).
- 30) OKADA, M. and TADA, S.: *Ibid.*, **20**, 224~231 (1954).
- 31) MIGITA, M., MATSUMOTO, J. J. and AOE, N.: *Ibid.*, **24**, 751~759 (1959).
- 32) MATSUMOTO, J. J.: *Ibid.*, **24**, 125~132 (1958).
- 33) MATSUMOTO, J. J.: *Ibid.*, **24**, 355~362 (1958).
- 34) MATSUMOTO, J. J.: Read before the Annual Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries, April 3, 1958, in press.
- 35) MATSUMOTO, J. J.: Read before the Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries, October 13, 1958, in press.
- 36) WEBER, H. H. and MEYER, K.: *Biochem. Z.*, **266**, 138~152 (1933).
- 37) SMITH, E. C. Bate-: *J. Soc. Chem. Ind.*, **1935**, 152~154 T.: *Proc. Roy. Soc. London*, **B 124**, 136~150 (1937).
- 38) DYER, W. J., FRENCH, H. V. and SNOW, J. M.: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **7**, 585~593 (1950).
- 39) MIGITA, M., MATSUMOTO, J. J., AOE, N. and SAISHU, T.: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **24**, 51~58 (1958).
- 40) MATSUMOTO, J. J.: *Ibid.*, **24**, 133~139 (1958).
- 41) REAY, G. A. and KUOHEL, C. C.: *Rept. Food Inv. Bd. Gr. Brit.*, (1936) 93~95.
- 42) BAILEY, K.: *Biochem. J.*, **33**, 255~263 (1939).
- 43) HASSELBACH, W. and SCHNEIDER, G.: *Biochem. Z.*, **321**, 462~475 (1951).
- 44) ROTH, E.: *Biochem. Z.*, **318**, 74~94 (1947).
- 45) HAMOIR, G.: *Advances in Protein Chem.*, **10**, 227~288 (1955).
- 46) HAMOIR, G.: *Arch. Intern. Physiol. Biochim.*, **63**, Suppl. 1~152 (1955).
- 47) PORTZEHL, H., SCHRAMM, G. and WEBER, H. H.: *Z. Naturforsch.*, **5b**, 61~74 (1950).
- 48) WEBER, H. H. and PORTZEHL, H.: *Advances in Protein Chem.* **7**, 161~252 (1952).
- 49) BAILEY, K.: "The Proteins", Vol. II, Part B. 951~1055 (1954).
- 50) MARUYAMA, K. and TONOMURA, Y.: *J. Res. Inst. Catalysis, Hokkaido Univ.*, **5**, 55~70 (1957).
- 51) HASSELBACH, W., HOFSCHEIDER, H. P., KASPER, E. and LUTZ, R.: *Z. Naturforsch.*, **8b**, 204~211 (1953).
- 52) SUZUKI, T.: Read before the Annual Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries, April 4, 1958, in press.
- 53) YAGI, K., SASAKI, T. and MATSUMIYA, H.: *J. Jap. Biochem. Soc.*, **26**, 630~633 (1954).
- 54) TONOMURA, Y., YAGI, K. and MATSUMIYA, H.: *Arch. Biochem. Biophys.* **59**, 76~89 (1955), *Ibid.*, **64**, 466~479 (1956).
- 55) KITAGAWA, S. and TONOMURA, Y.: *J. Biochem. (Japan)* **44**, 317~319 (1957).
- 56) YAGI, K.: *Ibid.*, **44**, 337~346 (1957).
- 57) MATSUMIYA, H., MORITA, F., KITAGAWA, S., YAGI, K. and TONOMURA, Y.: *J. Biochem. (Japan)* **44**, 347~357 (1957).
- 58) MARUYAMA, K.: *Biol. Bull.*, **114**, 95~105 (1958).
- 59) MARUYAMA, K.: *Sci. Papers, College Gen. Education, Univ. Tokyo*, **7**, 213~240 (1957).
- 60) BLUM, J. J. and MORALES, M. E.: *Arch. Biochem. Biophys.* **43**, 208~230 (1953).
- 61) MARUYAMA, K. and KOMINZ, D. R.: Private communication.
- 62) YOSHIMURA, K.: *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **3**, 159~176 (1955).
- 63) TSAO, T. C., TAN, P. H. and PENG, C. M.: *Acta Physiol. Sinica*, **19**, 389~406 (1955).

- 64) YOSHIMURA, K. and KUBO, S.: Read before the Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries, Oct. 13, 1958.
- 65) BAILEY, K.: *Biochem. J.*, **64**, 9 p. (1956); *Publ. Staz. Zool. Napoli*, **29**, 96~108 (1956); *Biochim. Biophys. Acta*, **24**, 612~619 (1957).
- 66) HANSON, J., LOWY, J., HUXLEY, H. E., BAILEY, K., KAY, C. E. and RÜEGG, J. C.: *Nature*, **180**, 1134~1135 (1957).
- 67) LAKI, K.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **67**, 240~242 (1957).
- 68) RÜEGG, J. C.: *Biochem. J.*, **69**, 46 p. (1958).
- 69) BAILEY, K.: *Biochem. J.*, **43**, 271~279 (1948).
- 70) KOMINZ, D. R., HOUGH, A., SYMONDS, P. S. and LAKI, K.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **50**, 148~159 (1954).
- 71) KOMINZ, D. R., SAAD, F. and LAKI, K.: *Medical Sci. (Japan)*, **9**, 118~128 (1958).

イカ肉の蛋白質に関する研究

木 重 郎

要 約

イカは我が国の重要水産物であるから、その利用加工技術の合理化をはかるための基礎として、その肉質についての知識を高める必要がある。また鮮食用動物であるイカの生理学に関する知識の進歩は筋肉の収縮機構に関する比較生化学的研究のために有用である。

五官的検査から見てもイカ肉は畜肉や魚肉と異なり、その一般的化学成分や組織構造の特性のみではイカ肉全体としての特性を説明することは出来ない。(Table 1)

著者はイカ肉の特性がそれを構成する蛋白の組成と、各々の蛋白の性状との特性に由来することが大きいのではないかと考え、これを明らかにするため一連の研究を企てた。本報に於てはこれら研究結果の総合的考察を述べる。

イカ肉の蛋白組成は非ミオシン区蛋白(アルブミン系粒状蛋白) 12~20%, ミオシン区蛋白(グロブリン系線維状蛋白) 77~85%, 基質蛋白(硬蛋白質) 2~3% であつて、畜肉に比べて基質蛋白が少ないが魚肉の蛋白組成と大差がない (Table 2)。従つてイカ肉の特性は蛋白組成よりもむしろ個々の蛋白の性状に関係があるようである。

イカ肉を構成する各種蛋白の中で最も特異的な性状を示すのはその線維性蛋白のように見える。それは肉中全蛋白の 40~60% を占め 0.6 MKCl 溶液中で高粘性と強い流動度屈折 (SB) とを示すが、この粘性と SB はアデノージン三リン酸 (ATP) の添加によつて減少し、次で回復し、又 0.1 イオン強度附近で ATP を加えると超沈澱の現象を示す (Fig. 1)。これらの反応は筋肉中の収縮性蛋白であるアクトミオシンに偶有といわれているものであるから、イカ肉より分離されたこの蛋白も一種のアクトミオシン様蛋白であると考えられた。しかし従来の研究によつて、イカ肉中のアクトミオシン様蛋白は、よく知られているウサギ、コイ等のアクトミオシンと異なる点が多く (Table 3)、このためイカ肉のこの蛋白は“M-アクトミオシン”と命名された。

イカ肉の M-アクトミオシンはウサギ、コイ等のアクトミオシンとほぼ等しい塩析域、塩析域及び等電点(最少溶解点)を示し、同様に強い SB と高粘性を有し、個有粘度 $[\eta]$ も ATP による粘度降下 (ATP 感度) も同程度であり、超沈澱も認められる。粘度の ATP 反応に及ぼす Ca イオンと Mg イオンの影響も似ている。

然しながらイカ肉の M-アクトミオシンはウサギやコイのアクトミオシンに比べ幾多の異なる点が認められる。

第一に M-アクトミオシンは筋肉から水に抽出され、かつ抽出分離された沈澱も水に溶解し、強い SB を示す特性がある。

第二に M-アクトミオシンの電気泳動易動度は 0.4 イオン強度 pH 7.2 に於て $-5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{V. sec.}$ でウサギ、コイのアクトミオシンの $-3 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{V. sec.}$ よりも遙かに高い。又ウサギ、コイ等のアクトミオシンは比較的容易に単一の組成の試料が分離できるのに、M-アクトミオシンの単一の試料はなかなか得難く、多くの場合には一つ又は二つの他の蛋白成分が共存している。これら夾雑成分の易動度は夫々 $-4 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{V. sec.}$ 、 $-3 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{V. sec.}$ で、この中前者は第一の成分 ($-5 \times 10^{-5} \text{cm}^2/\text{V. sec.}$) が変化して生成したものと考えられ、各種の知見よりトロポミオシンであると推定された。

第三に M-アクトミオシンは不安定であつて溶液状態で保存中により溶け易い蛋白に変ずることである。ここに生成した蛋白は上記の -4×10^{-5} の易動度のものに相当すると考えられる。

その他にも粘度の蛋白濃度との関係に特異性が認められ、また溶液状態で保存中に粘度の速かに降下すること、その他の特性が認められるので、イカ肉の主な収縮性蛋白である M-アクトミオシンはウサギ、コイ等の横紋筋のアクトミオシンとかなり相違点があるものと考えられる。

他の無脊椎動物のアクトミオシンと比較すると (Table 4)、ホタテガイ、アワビ、ザリガニ、ミツバチ等のアクトミオシンの中でホタテガイ、アワビ等の軟体動物のアクトミオシンは粘度の値や、種々の観察より示唆されるその不安定性等の点でイカの M-アクトミオシンに類似点があるようである。

イカの如き平滑筋の主成分蛋白が特異的であることは筋肉収縮機構の比較生化学の立場よりも興味があり、又この蛋白の特性を顧慮することがイカ肉の利用加工上にも有意義と考えられる。

水産食品の化学的保蔵の研究—IV.*

Nitrofuran 化合物の魚貝類に対する鮮度保持効果

鉄 本 総 吾

緒 言

Furan 化合物が食品の鮮度保持上有効なことについては多くの報告がある。¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾ 色の防腐剤にはそれぞれ特徴があり、どの防腐剤でも、それを単独に使用する限りには、それにより発育を防止し得ない菌種があることもよく知られている。著者はさきに Furan 化合物の各種の菌種に対する繁殖抑制効果につき研究し、これと既知の防腐剤なる Salicylic acid, boric acid, NaNO₂ などとその効果を比較研究した。¹⁾ その結果を用い、作用の異なる数種の防腐剤をそれぞれ適当な濃度として複合使用することが効果的であると考え、ここに Furan 化合物及び既知防腐剤を、それぞれ単用或は複用することによる魚貝肉の鮮度保持効果につき実験研究した。

1. 防腐剤の単用並びに複用による魚貝類鮮度保持特性

防腐剤の魚貝類鮮度保持特性として、それに着生する細菌類の菌数増加、揮発性塩基態Nの増加、pH の変化などに対する抑制効果を指標にとり、これらについて実験した。

1・1 供試防腐剤及び供試魚貝

a) 供試防腐剤 Nitrofuran 化合物及びこれとの比較並びに複合のために用いた防腐剤の種類並びにその使用濃度は第1表に示す如くである。

第1表 供試防腐剤とその使用濃度

防 腐 剤	この報告に 用いる略号	使 用 濃 度 %	備 考 (商 品 名)
5 nitro-2 furfural semicarbazone	F	0.02, 0.01, 0.003, 0.002, 0.0015, 0.001	Furaskin
5 nitro-2 furfuryl acryl amide	Z	" " " " " "	Z furan
5 nitro-2 furfurylidine amino guanidine	GF	" " " " " "	Guanofurasin
bis 5 nitrofurfurylidine acetoneguanyl hydrazone	PZ	" " " " " "	Panazone
p hydroxy butyl benzoate	PB	0.02, 0.01, 0.003, 0.002	
salicylic acid	S	" " " "	
boric acid	B	0.2, 0.1, 0.05	
NaNO ₂	NO	0.1, 0.02, 0.01	
弱 塩 酸		pH 3.0, 4.0, 5.0, 5.5	

b) 複合防腐液 水或は pH 3.0, 4.0 及び 5.5 の各塩酸液に、F, Z, PB 及び NO を第1表に示す濃度に溶解し、その2種の防腐液を次に示す如くに組合せて、互に等容量づつを加え合せて

* 1958年12月26日受理, 東海区水産研究所業績A第94号

複合防腐液を作った。従つて各複合液においてのそれぞれの構成防腐剤の濃度は各単用の場合の $\frac{1}{2}$ とした。

F+Z	Z+B
F+PB	Z+NO
F+NO	PB+NO
F+PB	

c) 供試魚貝

ホシマグロ 近海産，漁獲後 5 日間水蔵されたもの，東京都中央市場より購入，鮮度良好

マ ガ キ 松島産，剝身後 3~8°C に保たれ，2 日目に東京都中央市場より購入，鮮度良好

1.2 実験方法

供試魚貝を清浄に処理して paste を作り，殺菌容器に 10 g づつ入れ，前記防腐液をそれぞれ 10 cc づつ加え，マグロ肉は 24~32.5°C (夏期)，カキは 4.5~11°C (冬期) の室温に放置し，一定時間毎に一定量の試料をとつて，次記により，生菌数，芽胞細菌数，揮発性塩基態 N 及び pH を定量した。

a) 生菌数の定量 試料の 1 g をとり，殺菌水に適宜に稀釈し，その一定量を採つて常法に従つて寒天平板となし，30°C で 40~50 時間 (場合によっては 72 時間) 培養し，発生した集落によつて菌数を数出した。マガキには一般魚類に比して glycogen の量が著しく大なるため，その肉中の生菌の培養には，普通の寒天培地に乳糖を若干加えたものを使用する方が，普通の寒天培地よりも生菌の発育に良好なることを著者は再々経験しているので，マガキの場合には，乳糖を 5% 添加溶解した糖加寒天培地を使用し，30°C で 50 時間培養した。

b) 芽胞細菌類の定量 試料の 0.1 g をとり殺菌水 1 cc の中に入れてよく混合させ，70°C，30 分間試料管中で加熱した後冷却して 20°C とし，適宜に稀釈して寒天平板培養をなし，発生した集落を調べた。なお，集落中の細菌類に対して芽胞染色をして芽胞細菌なることを確めた。

c) 揮発性塩基態 N の定量 Folin 法或は Conway 法により測定した。

d) pH の測定 Beckman pH メータ (G 型) により測定した。

1.3 実験結果

実験結果は第 2-A~第 5-B 表に示す如くである。

概略的にみると，F と GF，Z と PZ 及び NO と PB，S 及び B とは，それぞれ細菌繁殖抑制その他について，ほぼ同じ程度の効果と傾向をもつことが認められるので，以下の論議においては，便宜上，F を以て GF を，Z を以て PZ を，また NO を以て PB，S 及び B の 3 者を代表せしめることとする。同様に複合防腐剤では Z+PB，Z+NO，F+PB，F+NO の効果は何れも互にはほぼ等しいので Z+NO を以て他の 3 者を代表せしめる。

また揮発性塩基態 N 及び pH の変化は生菌数或は芽胞細菌数の変化と大体同様な傾向を示すので，マグロ及びカキについて，それぞれ生菌数及び芽胞細菌数の変化の代表的なものを示すと，第 1-A~第 2-B 図の如くである。

1.3.1 生菌数の増加に対する抑制効果

a) マグロ マグロの場合には，対照及び何れの防腐剤を加えた場合にも，生菌数の増加の模様は，大体シグモイド曲線により表わされる。

防腐剤による抑制効果は防腐剤の種類及び使用濃度により異なるが，一般に F 及び Z は NO に比べてはるかに大きく，かつ F 及び Z においては濃度による効果の変化は小さいが，NO では濃度が小さくなると抑制効果は著しく小さくなっている。即ち一般に Furan 化合物は 0.002~0.003%

という低濃度において大きい抗菌作用をもつのみならず、その濃度が 0.02~0.002%, 特に 0.02~0.003% の間では、濃度が変化しても生菌数の増加抑制効果にはあまり影響が与えられないという特徴がある。

複合防腐剤の場合をみると、大体において、F+Z は F 或は Z の各単用の場合よりも抑制効果が大きく、F+NO でも、また Z+NO でも、それぞれ F 或は Z 単用の場合よりも効果が大きい。

b) カキ カキの場合には生菌数の変化の様子はマグロの場合とやや異り、第 1-B 図にみられる如く、対照及び既知防腐剤を用いた場合には、最初のうちはマグロの場合と同様であるが、生菌数の増加率は時間と共に減少し約 72 時間後には菌数は却つて減少を示し、その後は再び増加を示す。また Furan 化合物を加えた場合には、実験開始後まもなく生菌数の増加率は甚だ小さく、減少をみる場合もあり、その後 24~36 時間にして増加を始めるが、その後暫くして増加率は非常に小さいものとなり、更に再び増大が見られる。このような複雑な変化がらみれるのは、カキに多量に含まれる Glycogen が分解して酸が生成され pH が低下するためと考えられる。生菌数の変化はかようであるが、何れにしても Furan 化合物は既知防腐剤にくらべて抑制効果は著しく大であり、濃度と抑制効果との関係もマグロの場合と同様である。

防腐剤複用の効果についてもマグロの場合と同様である。

1.3.2 芽胞細菌類に対する繁殖抑制効果

供試防腐剤の芽胞細菌の繁殖抑制効果は、マグロの場合についてもカキの場合についても、その生菌数増加抑制効果とほぼ同様である。

参考のために供試魚貝肉から検出された芽胞細菌の種類を、その数量の大きいものから順に記すと、*Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus*, *Bac. megaterium*, *Bac. cereus* などであり、この種類、順序はマグロについてもカキについても同様であつた。

また対照については、総菌数に対する芽胞細菌数の比の概数は次表に示す如くである。

経過時間	h	1	24	36	52	72	120	168
芽胞細菌数	マグロ	0.18	0.24	0.34	0.46	0.54	0.62	—
総菌数	カキ	0.20	0.22	0.32	0.15	0.46	0.56	0.76

1.3.3 揮発性塩基態 N の増加抑制効果

揮発性塩基態 N の増加に対する供試防腐剤の抑制効果はその生菌数増加に対する抑制効果と大体同様である。

1.3.4 pH の変化に対する抑制効果

pH の変化に対する抑制効果についても同様である。

1.4 考察

1.4.1 防腐剤複用による鮮度保持効果

a) Furan 化合物同志を組合せた複合 実験結果をみると、F+Z, F+GF, Z+PZ の如く Furan 化合物同志を複合したものの細菌の繁殖抑制効果 その他は互に殆ど相等しく優劣を定め難い。そしてその何れの場合にもその構成防腐剤をそれぞれ単用する場合よりも効果は大きい。これは各 Furan 化合物の抗菌力の相加作用によるものと思われる。

表 2-A 表 生菌数の変化 (供試材料, ホンマダロ)
(温度, 24~32.5°C)

F: フラスキン, GF: グアノフランシン, Z: Zフラン, PZ: パナゾン

PB: パラオキシ安息香酸エステル, S: サリシル酸, NO: NaNO₂, B: 硼酸

措 置	防腐剤	濃 度 (%)	経 過 時 間 h					
			1	24	36	52	72	120
単 酸	F	0.02	1.8×10 ³	2.5×10 ⁴	1.7×10 ⁵	8.5×10 ⁶	9.6×10 ⁷	4.1×10 ⁹
		0.01	1.8× "	2.5× "	1.7× "	8.5× "	9.6× "	4.1× "
		0.003	2.0× "	2.5× "	3.0× "	9.4× "	2.2×10 ⁸	7.0× "
		0.002	2.0× "	3.0× "	3.8× "	9.6× "	4.4× "	8.0× "
		0.0015	2.1× "	1.3×10 ⁶	1.8×10 ⁷	2.8×10 ⁸	4.8×10 ⁹	1.6×10 ¹⁰
		0.001	2.2× "	2.8× "	3.6× "	5.5× "	7.9× "	2.0× "
	GF	0.02	1.7× "	2.5×10 ⁴	1.8×10 ⁵	8.7×10 ⁶	9.8×10 ⁷	4.4×10 ⁹
		0.01	1.7× "	2.5× "	1.8× "	8.7× "	9.8× "	4.4× "
		0.003	1.8× "	2.5× "	4.0× "	9.8× "	2.4×10 ⁸	7.8× "
		0.002	1.8× "	3.0× "	4.0× "	9.8× "	4.7× "	8.5× "
		0.001	2.2× "	2.8× "	3.6×10 ⁷	5.6×10 ⁸	8.0×10 ⁹	2.2×10 ¹⁰
	Z	0.02	1.6× "	1.5× "	1.0×10 ⁵	6.6×10 ⁶	8.2×10 ⁷	3.6×10 ⁹
		0.01	1.6× "	1.5× "	1.0× "	6.6× "	8.2× "	3.6× "
		0.003	1.7× "	1.5× "	2.5× "	7.0× "	1.7×10 ⁸	5.0× "
		0.002	1.7× "	2.5× "	2.4× "	7.0× "	1.7× "	7.2× "
		0.0015	2.0× "	1.2×10 ⁶	1.6×10 ⁷	2.6×10 ⁸	4.0×10 ⁹	1.4×10 ¹⁰
		0.001	2.2× "	2.4× "	3.2× "	5.0× "	7.2× "	2.0× "
	PZ	0.02	1.5× "	1.5×10 ⁴	1.3×10 ⁵	6.8×10 ⁶	8.5×10 ⁷	3.6×10 ⁹
		0.01	1.5× "	1.5× "	1.3× "	6.8× "	8.5× "	3.6× "
		0.003	1.6× "	1.5× "	2.4× "	7.6× "	2.0×10 ⁸	6.8× "
		0.002	1.6× "	2.4× "	2.6× "	8.8× "	2.8× "	8.0× "
		0.001	2.2× "	2.6×10 ⁶	3.4×10 ⁷	5.2×10 ⁸	7.5×10 ⁹	2.0×10 ¹⁰
	PB	0.02	1.8× "	2.4× "	2.4× "	6.6× "	9.0× "	2.0× "
		0.01	2.2× "	3.4× "	3.0× "	6.6× "	9.0× "	2.0× "
		0.005	2.3× "	3.6× "	4.5× "	6.6× "	9.0× "	2.0× "
	S	0.02	1.8× "	2.3× "	2.4× "	6.6× "	9.0× "	2.0× "
		0.01	2.2× "	3.5× "	3.1× "	6.6× "	9.0× "	2.0× "
	NO	0.1	1.8× "	3.0×10 ⁵	8.8×10 ⁶	5.8× "	9.0× "	2.0× "
		0.02	2.2× "	8.0× "	2.4×10 ⁷	6.0× "	9.0× "	2.0× "
		0.01	2.3× "	3.6×10 ⁶	3.4× "	6.6× "	9.0× "	2.0× "
	B	0.5	2.3× "	3.5× "	4.4× "	6.6× "	9.0× "	2.0× "
		0.2	2.3× "	3.6× "	4.5× "	6.6× "	9.0× "	2.0× "
		0.1	2.3× "	3.6× "	4.5× "	6.6× "	9.0× "	2.0× "
用	塩 酸	0.01 (pH 3.0)	1.3×10 ³	9.6×10 ³	6.8×10 ⁴	3.8×10 ⁶	5.0×10 ⁷	3.5×10 ⁹
		0.003 (pH 4.0)	1.6× "	2.0×10 ⁴	2.4×10 ⁵	6.6× "	2.4×10 ⁸	6.0× "
		0.002 (pH 5.0)	1.8× "	2.8× "	3.8× "	9.6× "	4.4× "	8.0× "
		0.001 (pH 5.5)	2.2× "	2.8×10 ⁶	3.6×10 ⁷	5.6×10 ⁸	7.9×10 ⁹	2.0×10 ¹⁰
	添 加	0.01 (pH 3.0)	1.2× "	9.4×10 ³	6.4×10 ⁴	2.6×10 ⁶	3.6×10 ⁷	3.4×10 ⁹
		0.003 (pH 4.0)	1.6× "	1.0×10 ⁴	1.2×10 ⁵	5.5× "	1.0×10 ⁸	5.0× "
		0.002 (pH 5.0)	1.6× "	2.4× "	2.0× "	6.6× "	1.4× "	7.2× "
		0.001 (pH 5.5)	2.2× "	2.3×10 ⁶	3.2×10 ⁷	5.0×10 ⁸	7.2×10 ⁹	2.0×10 ¹⁰
	PB	0.02 (pH 3.0)	1.3× "	1.8×10 ⁴	7.0×10 ⁶	4.6× "	8.8× "	2.0× "
		0.01 (pH 4.0)	1.6× "	2.8×10 ⁵	9.8× "	4.6× "	8.8× "	2.0× "
		0.005 (pH 5.0)	2.2× "	3.6×10 ⁸	4.5×10 ⁷	6.4× "	9.0× "	2.0× "
	NO	0.1 (pH 3.0)	1.2× "	1.6×10 ⁴	4.2×10 ⁶	3.0× "	7.6× "	1.8× "
		0.02 (pH 4.0)	2.0× "	2.8× "	8.8× "	4.0× "	7.6× "	1.8× "
		0.01 (pH 5.0)	2.2× "	3.5×10 ⁶	4.5×10 ⁷	6.3× "	9.0× "	2.0× "
		0.005 (pH 5.0)	2.3× "	3.6× "	4.5× "	6.3× "	9.0× "	2.0× "

複 無 添 加	塩 酸	F + Z	0.01 + 0.01	1.2×10^3	9.6×10^3	6.2×10^4	1.4×10^6	3.0×10^7	1.0×10^9
			0.003 + 0.003	$1.2 \times "$	$9.6 \times "$	$6.2 \times "$	$1.4 \times "$	$8.0 \times "$	$3.0 \times "$
			0.002 + 0.002	$1.4 \times "$	1.4×10^4	1.0×10^5	$2.6 \times "$	$8.0 \times "$	$3.6 \times "$
			0.0015 + 0.0015	$2.0 \times "$	$9.0 \times "$	$8.8 \times "$	2.2×10^7	4.0×10^8	1.0×10^{10}
		F + PB	0.001 + 0.001	$2.0 \times "$	6.4×10^5	7.6×10^6	1.2×10^8	$9.8 \times "$	$1.0 \times "$
			0.01 + 0.02	$1.5 \times "$	1.3×10^4	2.2×10^5	5.2×10^6	8.8×10^7	4.0×10^9
			0.003 + 0.01	$1.5 \times "$	$1.5 \times "$	$2.2 \times "$	$6.8 \times "$	$8.8 \times "$	$4.0 \times "$
			0.002 + 0.005	$1.6 \times "$	$2.5 \times "$	$2.6 \times "$	$6.8 \times "$	1.4×10^8	$6.8 \times "$
			0.001 + 0.002	$2.2 \times "$	2.8×10^6	3.6×10^7	5.5×10^8	7.9×10^9	2.0×10^{10}
		F + NO	0.01 + 0.1	$1.3 \times "$	9.8×10^3	6.2×10^4	1.6×10^6	3.2×10^7	1.0×10^9
			0.003 + 0.02	$1.4 \times "$	1.6×10^4	2.0×10^5	$3.4 \times "$	$8.4 \times "$	$3.8 \times "$
			0.002 + 0.01	$1.4 \times "$	$2.0 \times "$	$2.0 \times "$	$6.8 \times "$	$9.0 \times "$	$4.0 \times "$
			0.001 + 0.005	$2.1 \times "$	8.4×10^5	8.8×10^6	1.0×10^8	1.0×10^9	$1.2 \times "$
	無 添 加	F + B	0.01 + 0.2	$1.7 \times "$	1.8×10^4	2.2×10^5	6.8×10^6	9.8×10^7	$3.8 \times "$
			0.003 + 0.1	$1.8 \times "$	$2.6 \times "$	$3.2 \times "$	$9.6 \times "$	3.4×10^8	$7.8 \times "$
			0.002 + 0.05	$2.2 \times "$	$3.3 \times "$	$4.0 \times "$	$9.8 \times "$	4.8×10^9	$8.4 \times "$
		PB + NO	0.02 + 0.1	$1.8 \times "$	3.0×10^5	8.8×10^6	5.8×10^8	$9.0 \times "$	2.0×10^{10}
			0.01 + 0.05	$2.0 \times "$	$8.0 \times "$	2.6×10^7	$6.2 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
			0.005 + 0.01	$2.3 \times "$	3.6×10^6	$4.5 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
		Z + PB	0.01 + 0.02	$1.3 \times "$	1.2×10^4	1.0×10^5	1.6×10^6	3.2×10^7	1.5×10^9
			0.003 + 0.01	$1.4 \times "$	$1.6 \times "$	$2.6 \times "$	$4.2 \times "$	$8.4 \times "$	$5.8 \times "$
			0.002 + 0.005	$1.5 \times "$	$2.2 \times "$	$2.8 \times "$	$7.4 \times "$	$9.4 \times "$	$5.8 \times "$
			0.001 + 0.002	$2.2 \times "$	8.4×10^5	8.8×10^6	3.0×10^8	9.6×10^9	$1.4 \times "$
		Z + NO	0.01 + 0.1	$1.2 \times "$	1.4×10^4	6.0×10^4	1.5×10^6	3.0×10^7	$1.0 \times "$
			0.003 + 0.02	$1.4 \times "$	$1.4 \times "$	1.8×10^5	$3.2 \times "$	$8.2 \times "$	$3.6 \times "$
			0.002 + 0.01	$1.5 \times "$	$1.5 \times "$	$2.0 \times "$	$3.2 \times "$	$8.6 \times "$	$3.8 \times "$
			0.001 + 0.005	$2.0 \times "$	6.4×10^5	7.0×10^6	8.6×10^7	9.8×10^8	1.0×10^{10}
用 塩 酸 添 加	塩 酸	F + Z	0.01 + 0.01 (pH 3.0)	1.2×10^3	9.2×10^3	5.0×10^4	6.0×10^5	1.52×10^7	6.6×10^8
			0.03 + 0.03 (pH 4.0)	$1.2 \times "$	$9.2 \times "$	$5.8 \times "$	$9.0 \times "$	$7.4 \times "$	2.0×10^9
			0.002 + 0.002 (pH 5.0)	$1.3 \times "$	1.2×10^4	1.0×10^5	2.6×10^6	$7.0 \times "$	$3.6 \times "$
			0.001 + 0.001 (pH 5.5)	$1.8 \times "$	3.2×10^5	4.6×10^6	7.0×10^7	9.8×10^8	1.0×10^{10}
		F + PB	0.01 + 0.02 (pH 3.0)	$1.2 \times "$	9.6×10^3	5.8×10^4	6.4×10^5	2.4×10^7	9.4×10^8
			0.003 + 0.01 (pH 4.0)	$1.6 \times "$	1.2×10^4	$6.8 \times "$	3.6×10^6	$8.4 \times "$	4.0×10^9
			0.002 + 0.005 (pH 5.0)	$1.6 \times "$	$2.4 \times "$	2.0×10^5	$4.8 \times "$	1.4×10^8	$6.8 \times "$
		F + NO	0.01 + 0.1 (pH 3.0)	$1.2 \times "$	9.6×10^3	5.8×10^4	6.0×10^5	2.4×10^7	9.4×10^8
			0.003 + 0.02 (pH 4.0)	$1.4 \times "$	1.0×10^4	$6.2 \times "$	1.5×10^6	$8.0 \times "$	3.6×10^9
			0.002 + 0.01 (pH 5.0)	$1.4 \times "$	$2.0 \times "$	1.5×10^5	$4.0 \times "$	9.0×10^8	$4.0 \times "$
			0.001 + 0.005 (pH 5.5)	$2.0 \times "$	6.4×10^5	7.0×10^6	8.6×10^7	9.8×10^7	1.0×10^{10}
	無 添 加	F + B	0.01 + 0.2 (pH 3.0)	$1.4 \times "$	2.0×10^4	2.0×10^5	4.0×10^6	$9.8 \times "$	$1.0 \times "$
			0.003 + 0.1 (pH 4.0)	$1.4 \times "$	$2.0 \times "$	$2.2 \times "$	$4.2 \times "$	$9.8 \times "$	$1.0 \times "$
			0.002 + 0.05 (pH 5.0)	$2.2 \times "$	$3.3 \times "$	$4.0 \times "$	$9.8 \times "$	4.8×10^8	$8.4 \times "$
		Z + PB	0.01 + 0.02 (pH 3.0)	$1.2 \times "$	9.6×10^3	5.5×10^4	6.0×10^5	1.8×10^7	8.0×10^8
			0.003 + 0.01 (pH 4.0)	$1.3 \times "$	1.0×10^4	$6.6 \times "$	1.1×10^6	$8.0 \times "$	4.0×10^9
			0.002 + 0.005 (pH 5.0)	$1.3 \times "$	$2.2 \times "$	1.5×10^5	$9.0 \times "$	$9.0 \times "$	$4.0 \times "$
			0.001 + 0.005 (pH 5.5)	$2.0 \times "$	6.4×10^5	7.0×10^6	8.6×10^7	9.8×10^8	1.0×10^{10}
		Z + NO	0.01 + 0.1 (pH 3.0)	$1.2 \times "$	9.5×10^3	5.0×10^4	5.8×10^5	1.6×10^7	7.0×10^8
			0.003 + 0.02 (pH 4.0)	$1.2 \times "$	$9.6 \times "$	$6.0 \times "$	$9.4 \times "$	$7.0 \times "$	3.2×10^9
			0.002 + 0.01 (pH 5.0)	$1.4 \times "$	1.5×10^4	1.0×10^5	3.2×10^6	$7.0 \times "$	$3.8 \times "$
			0.001 + 0.005 (pH 5.5)	$1.8 \times "$	4.2×10^5	4.6×10^6	7.0×10^7	9.8×10^8	1.0×10^{10}
	塩 酸 無 添 加	PB + NO	0.02 + 0.1 (pH 3.0)	$1.2 \times "$	9.6×10^4	$4.2 \times "$	3.8×10^8	8.6×10^9	$2.0 \times "$
			0.01 + 0.02 (pH 4.0)	$1.6 \times "$	$9.6 \times "$	$8.8 \times "$	$4.2 \times "$	$8.6 \times "$	$2.0 \times "$
			0.005 + 0.01 (pH 5.0)	$2.3 \times "$	3.0×10^6	4.3×10^7	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
対 照	塩 酸 添 加	pH 3.0	0.01 + 0.01	1.5×10^3	2.6×10^5	2.4×10^7	6.4×10^8	8.8×10^9	2.0×10^{10}
			0.03 + 0.03	$1.7 \times "$	$8.0 \times "$	$3.0 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
			0.002 + 0.002	$2.1 \times "$	3.2×10^6	$4.5 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
			0.001 + 0.001	$2.3 \times "$	$3.6 \times "$	$4.5 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
対 照	塩 酸 無 添 加	pH 4.0	0.01 + 0.01	1.5×10^3	2.6×10^5	2.4×10^7	6.4×10^8	8.8×10^9	2.0×10^{10}
			0.03 + 0.03	$1.7 \times "$	$8.0 \times "$	$3.0 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
			0.002 + 0.002	$2.1 \times "$	3.2×10^6	$4.5 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
			0.001 + 0.001	$2.3 \times "$	$3.6 \times "$	$4.5 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
対 照	塩 酸 無 添 加	pH 5.0	0.01 + 0.01	1.5×10^3	2.6×10^5	2.4×10^7	6.4×10^8	8.8×10^9	2.0×10^{10}
			0.03 + 0.03	$1.7 \times "$	$8.0 \times "$	$3.0 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
			0.002 + 0.002	$2.1 \times "$	3.2×10^6	$4.5 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
			0.001 + 0.001	$2.3 \times "$	$3.6 \times "$	$4.5 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
対 照	塩 酸 無 添 加	pH 5.5	0.01 + 0.01	1.5×10^3	2.6×10^5	2.4×10^7	6.4×10^8	8.8×10^9	2.0×10^{10}
			0.03 + 0.03	$1.7 \times "$	$8.0 \times "$	$3.0 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
			0.002 + 0.002	$2.1 \times "$	3.2×10^6	$4.5 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$
			0.001 + 0.001	$2.3 \times "$	$3.6 \times "$	$4.5 \times "$	$6.6 \times "$	$9.0 \times "$	$2.0 \times "$

第 2-B 表 生菌数の変化 (供試材料, $\frac{\text{g}}{\text{ml}}$ 温度, 4.5~11.5 C)

F: フラスキン, GF: グアノフラシン, Z: Z フラン, PZ: パナゾン

PB: パラオキシン安息香酸エステル, S: サリシル酸, NO: NaNO_2 , B: 硼酸

措 置	防腐剤	濃 度 (%)	一 経 過 時 間 h							
			1	24	36	52	72	120	170	
単	塩	F	0.02	1.0×10 ⁶	1.0×10 ⁶	2.0×10 ⁶	8.0×10 ⁶	8.5×10 ⁷	8.2×10 ⁷	8.4×10 ⁸
			0.01	1.0× "	1.0× "	2.1× "	8.0× "	8.5× "	8.2× "	8.4× "
			0.003	1.1× "	1.2× "	2.6× "	9.0× "	1.8×10 ⁸	9.0× "	9.0× "
			0.002	1.1× "	1.4× "	2.8× "	9.2× "	2.0× "	9.0× "	8.8× "
			0.001	1.5× "	4.0× "	1.9×10 ⁷	5.6×10 ⁸	6.0×10 ⁹	2.0×10 ⁹	9.1×10 ⁹
	酸	G F	0.02	1.0× "	8.0×10 ⁵	2.0×10 ⁶	8.2×10 ⁶	8.6×10 ⁷	8.4×10 ⁷	8.6×10 ⁸
			0.01	1.0× "	1.0×10 ⁶	2.0× "	8.2× "	8.6× "	8.4× "	8.6× "
			0.003	1.0× "	1.2× "	2.4× "	9.6× "	2.4×10 ⁸	9.0× "	9.0× "
			0.002	1.0× "	1.4× "	2.8× "	9.8× "	2.6× "	1.0×10 ⁸	9.0× "
			0.001	1.5× "	4.0× "	1.9×10 ⁷	6.0×10 ⁸	6.0×10 ⁹	2.0×10 ⁹	9.1×10 ⁹
	無	Z	0.02	9.8×10 ⁵	9.5×10 ⁵	1.6×10 ⁶	6.6×10 ⁶	7.2×10 ⁷	7.0×10 ⁷	7.4×10 ⁸
			0.01	9.8× "	9.5× "	1.6× "	6.6× "	7.2× "	7.0× "	7.4× "
			0.003	1.0×10 ⁶	9.8× "	1.6× "	7.4× "	8.4× "	8.0× "	8.0× "
			0.002	1.0× "	1.0×10 ⁶	2.0× "	7.4× "	8.8× "	8.0× "	8.0× "
			0.0015	1.3× "	6.0× "	—	—	—	—	—
	添		0.001	1.3× "	3.8× "	1.8×10 ⁷	5.6×10 ⁸	5.9×10 ⁹	2.0×10 ⁹	9.1×10 ⁹
		P Z	0.02	9.6×10 ⁵	9.4×10 ⁵	1.6×10 ⁶	6.8×10 ⁶	5.6×10 ⁷	7.8×10 ⁷	7.8×10 ⁸
			0.01	9.6× "	9.4× "	1.6× "	6.8× "	5.6× "	7.8× "	7.8× "
			0.003	9.8×10 ⁶	9.6× "	1.8× "	8.0× "	1.0×10 ⁸	9.0× "	8.4× "
			0.002	9.8× "	9.8× "	1.8× "	8.0× "	1.0× "	9.6× "	8.4× "
	加		0.001	1.4× "	3.8×10 ⁶	1.8×10 ⁷	5.6×10 ⁸	6.0×10 ⁹	2.0×10 ⁹	9.1×10 ⁹
		P B	0.02	1.4× "	4.0× "	1.7× "	5.6× "	6.0× "	2.0× "	9.0× "
			0.01	1.4× "	4.4× "	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.1× "
			0.005	1.5× "	4.5× "	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.1× "
		S	0.02	1.4× "	4.3× "	1.7× "	5.6× "	6.2× "	2.0× "	9.0× "
	用		0.01	1.4× "	4.5× "	2.1× "	6.0× "	6.0× "	1.8× "	9.1× "
		NO	0.1	1.4×10 ⁶	4.0×10 ⁶	1.5×10 ⁷	4.0×10 ⁸	4.8×10 ⁹	2.0×10 ⁹	9.0×10 ⁹
			0.02	1.4× "	4.2× "	1.5× "	5.2×10 ⁸	4.8× "	2.0× "	9.1× "
		0.01	1.5× "	4.5× "	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.1× "	
B		0.2	1.5× "	4.5× "	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.0× "	
塩 酸 添 加		0.1	1.5× "	4.5× "	2.1× "	6.1× "	6.0× "	2.0× "	9.1× "	
	F	0.01 (pH 3.0)	8.3×10 ⁵	7.0×10 ⁵	1.2×10 ⁶	7.0×10 ⁶	7.2×10 ⁷	6.4×10 ⁷	7.8×10 ⁸	
		0.003 (pH 4.0)	8.5× "	8.0× "	1.8× "	8.2× "	7.6× "	8.0× "	8.2× "	
		0.002 (pH 5.0)	1.0×10 ⁶	1.0×10 ⁶	2.8× "	9.2× "	2.0×10 ⁸	9.0× "	8.8× "	
		0.001 (pH 5.5)	1.3× "	4.0× "	2.0×10 ⁷	5.6×10 ⁸	6.0×10 ⁹	2.0×10 ⁹	9.0×10 ⁹	
	Z	0.01 (pH 3.0)	8.2×10 ⁵	6.6×10 ⁵	9.6×10 ⁵	6.0×10 ⁶	6.4×10 ⁷	6.0×10 ⁷	7.4×10 ⁸	
		0.003 (pH 4.0)	8.4× "	7.2× "	9.8× "	6.5× "	6.4× "	6.8× "	7.4× "	
		0.002 (pH 5.0)	1.0×10 ⁶	9.8× "	2.0×10 ⁶	7.4× "	8.8× "	8.0× "	8.0× "	
		0.001 (pH 5.5)	1.2× "	4.0×10 ⁶	1.8×10 ⁷	5.6×10 ⁸	5.8×10 ⁹	2.0×10 ⁹	9.0×10 ⁹	
	P B	0.02 (pH 3.0)	8.7×10 ⁵	1.8×10 ⁶	9.8×10 ⁶	3.0× "	3.3× "	1.6× "	8.9×10 ⁸	
		0.01 (pH 4.0)	1.3×10 ⁶	2.4× "	1.3×10 ⁷	5.9× "	6.0× "	2.0× "	9.1×10 ⁹	
		0.005 (pH 5.0)	1.4× "	4.5× "	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.1× "	
	NO	0.1 (pH 3.0)	8.8×10 ⁵	1.8× "	7.8×10 ⁶	2.8× "	3.0× "	1.5× "	8.8×10 ⁸	
		0.02 (pH 4.0)	1.3×10 ⁶	2.3× "	1.2×10 ⁷	5.8× "	8.8×10 ⁸	6.6×10 ⁸	8.8× "	
		0.01 (pH 5.0)	1.4× "	4.4× "	2.0× "	6.0× "	6.0×10 ⁹	2.0×10 ⁹	9.1×10 ⁹	
		0.005 (pH 5.0)	1.4× "	4.5× "	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.1× "	

複 無 添 加 用 塩 酸 添 加 対 照	塩 酸 無 添 加	F + Z	0.01 + 0.01	8.2×10 ⁵	7.0×10 ⁵	7.5×10 ⁵	2.5×10 ⁶	3.3×10 ⁷	4.6×10 ⁷	5.6×10 ⁸
			0.003+0.003	1.0×10 ⁶	8.0× "	8.6× "	4.4× "	6.4× "	6.0× "	7.0× "
			0.002+0.002	1.0× "	9.0× "	9.4× "	4.6× "	6.6× "	6.0× "	7.0× "
			0.001+0.001	1.2× "	3.8×10 ⁶	1.6×10 ⁷	5.6×10 ⁸	5.8×10 ⁹	1.8×10 ⁹	9.0×10 ⁹
		F+PB	0.01 + 0.02	8.6×10 ⁵	9.5×10 ⁵	9.6×10 ⁵	8.8×10 ⁶	8.8×10 ⁷	8.4×10 ⁷	8.4×10 ⁸
			0.003+0.01	8.8× "	1.2×10 ⁶	9.9× "	9.4× "	9.2× "	9.0× "	8.4× "
			0.002+0.005	1.1×10 ⁶	1.2× "	2.6×10 ⁶	9.4× "	2.0×10 ⁸	9.0× "	8.8× "
			0.001+0.005	1.3× "	4.0× "	1.8×10 ⁷	5.8×10 ⁸	6.0×10 ⁹	2.0×10 ⁹	9.0×10 ⁹
		F+NO	0.01 + 0.1	8.6×10 ⁵	7.8×10 ⁵	9.0×10 ⁵	5.0×10 ⁶	6.0×10 ⁷	6.6×10 ⁷	6.0×10 ⁸
			0.003+0.02	8.8× "	8.3× "	9.6× "	5.0× "	6.8× "	6.6× "	7.2× "
			0.002+0.01	1.0×10 ⁶	1.0×10 ⁶	2.0×10 ⁶	5.0× "	6.8× "	7.0× "	7.4× "
			0.001+0.005	1.2× "	3.8× "	1.6×10 ⁷	5.6×10 ⁸	6.0×10 ⁹	1.6×10 ⁹	9.0×10 ⁹
		F + B	0.01 + 0.2	9.2×10 ⁵	9.8×10 ⁵	2.1×10 ⁶	1.2×10 ⁷	1.3×10 ⁷	8.8×10 ⁷	8.8×10 ⁸
			0.003+0.1	9.6× "	1.3×10 ⁶	2.6× "	1.6× "	2.0× "	9.2× "	8.8× "
			0.002+0.05	1.2×10 ⁶	1.3× "	3.0× "	9.4× "	2.4×10 ⁸	9.6× "	9.0× "
		Z+PB	0.01 + 0.02	8.4×10 ⁵	9.2×10 ⁵	9.8×10 ⁵	3.8×10 ⁶	4.8×10 ⁷	6.0× "	5.0× "
			0.003 + 0.01	9.0× "	1.0×10 ⁶	9.6× "	4.6× "	9.0× "	9.0× "	7.2× "
			0.002 + 0.005	1.0×10 ⁶	1.0× "	2.0×10 ⁶	7.4× "	8.8× "	9.0× "	8.0× "
			0.0015+0.005	1.2× "	4.6× "	3.0×10 ⁷	4.4×10 ⁷	1.2×10 ⁹	2.6×10 ⁸	6.9×10 ⁹
			0.001 + 0.005	1.35× "	2.93× "	1.1× "	3.0×10 ⁸	3.3× "	1.3×10 ⁹	8.2× "
		Z+NO	0.01 + 0.1	6.4×10 ⁵	5.6×10 ⁵	8.8×10 ⁵	3.4×10 ⁶	4.6×10 ⁷	5.0×10 ⁷	6.0×10 ⁸
			0.003 + 0.02	8.5× "	6.0× "	9.6× "	4.2× "	6.6× "	6.4× "	7.0× "
			0.002 + 0.01	9.6× "	9.0× "	9.6× "	4.8× "	6.6× "	6.6× "	7.0× "
			0.0015+0.005	1.0×10 ⁶	3.0×10 ⁶	2.8×10 ⁶	4.2×10 ⁷	1.2×10 ⁹	2.6×10 ⁸	8.2× "
			0.001 + 0.005	1.2× "	3.2× "	1.4×10 ⁷	3.6×10 ⁸	5.9× "	9.4× "	8.6×10 ⁹
		Z + B	0.003+0.1	1.2× "	9.6×10 ⁵	2.0×10 ⁶	7.8×10 ⁶	8.8×10 ⁷	9.6×10 ⁷	8.8×10 ⁸
			0.002+0.05	1.4× "	1.4×10 ⁶	2.2× "	7.6× "	9.2× "	8.6× "	8.8× "
		PB+NO	0.02 + 0.1	9.4×10 ⁵	2.0×10 ⁵	9.6×10 ⁷	4.0×10 ⁸	4.8×10 ⁹	2.0×10 ⁹	9.0×10 ⁹
			0.01 + 0.02	1.2×10 ⁶	4.0×10 ⁶	9.8× "	4.9× "	5.0× "	2.0× "	9.1× "
			0.005+0.01	—	4.2× "	2.0× "	5.8× "	6.0× "	2.0× "	9.0× "
用 塩 酸 添 加 対 照	塩 酸 添 加	F + Z	0.01 + 0.01 (pH 3.0)	5.8×10 ⁵	4.2×10 ⁵	4.8×10 ⁵	2.0×10 ⁶	1.0×10 ⁷	3.8×10 ⁷	5.0×10 ⁸
			0.003+0.003 (pH 4.0)	7.5× "	4.4× "	6.4× "	2.0× "	2.4× "	4.6× "	6.2× "
			0.002+0.002 (pH 5.0)	9.4× "	9.0× "	9.4× "	4.6× "	6.6× "	6.0× "	7.0× "
			0.001+0.001 (pH 5.5)	1.2×10 ⁶	3.0×10 ⁶	9.6×10 ⁶	1.8×10 ⁸	1.0×10 ⁹	9.4×10 ⁸	8.8×10 ⁹
		F+PB	0.01 + 0.02 (pH 3.0)	6.0×10 ⁵	4.8×10 ⁵	1.0× "	4.8×10 ⁶	5.6×10 ⁷	5.0×10 ⁷	5.6×10 ⁸
			0.003+0.01 (pH 4.0)	8.2× "	7.0× "	1.0× "	6.2× "	6.6× "	5.8× "	7.0× "
			0.002+0.005 (pH 5.0)	9.2× "	1.0×10 ⁶	2.0× "	7.6× "	9.2× "	8.6× "	8.4× "
			0.001+0.005 (pH 5.5)	1.3×10 ⁶	4.2× "	1.9×10 ⁷	2.8×10 ⁸	1.4×10 ⁹	1.0×10 ⁹	9.0×10 ⁹
		F+NO	0.01 + 0.1 (pH 3.0)	6.0×10 ⁵	4.6×10 ⁵	5.6×10 ⁵	3.2×10 ⁶	2.2×10 ⁷	4.4×10 ⁷	5.2×10 ⁸
			0.003+0.02 (pH 4.0)	7.5× "	4.8× "	6.5× "	3.5× "	4.6× "	6.0× "	6.4× "
			0.002+0.01 (pH 5.0)	9.4× "	9.6× "	9.6× "	4.6× "	6.8× "	6.0× "	7.0× "
			0.001+0.005 (pH 5.5)	1.2×10 ⁶	3.4×10 ⁶	9.6×10 ⁶	1.8×10 ⁸	1.2×10 ⁹	9.8×10 ⁸	9.0×10 ⁹
		F + B	0.01 + 0.2 (pH 3.0)	8.3×10 ⁵	7.0×10 ⁵	1.2×10 ⁶	7.2×10 ⁶	7.4×10 ⁷	6.6×10 ⁷	7.2×10 ⁸
			0.003+0.1 (pH 4.0)	8.5× "	8.0× "	1.2× "	8.8× "	9.6× "	6.6× "	7.6× "
		Z+PB	0.01 + 0.02 (pH 3.0)	6.0× "	4.8× "	5.8×10 ⁵	3.0× "	3.2× "	4.6× "	5.2× "
			0.003+0.01 (pH 4.0)	8.0× "	6.0× "	6.8× "	4.6× "	6.4× "	4.6× "	6.8× "
			0.002+0.005 (pH 5.0)	9.6× "	9.6× "	2.0×10 ⁶	4.8× "	8.8× "	8.0× "	8.0× "
			0.001+0.002 (pH 5.5)	1.2×10 ⁶	4.0×10 ⁶	1.8×10 ⁷	1.8×10 ⁸	1.2×10 ⁹	1.0×10 ⁹	8.8×10 ⁹
		Z+NO	0.01 + 0.1 (pH 3.0)	6.0×10 ⁵	4.4×10 ⁵	4.8×10 ⁵	1.6×10 ⁶	2.2×10 ⁷	4.0×10 ⁷	5.2×10 ⁸
			0.003+0.02 (pH 4.0)	6.5× "	4.6× "	6.2× "	2.5× "	4.4× "	5.8× "	6.0× "
			0.002+0.01 (pH 5.0)	9.4× "	8.0× "	9.0× "	3.8× "	6.6× "	6.0× "	7.0× "
			0.001+0.005 (pH 5.5)	1.2×10 ⁶	3.0×10 ⁶	9.6×10 ⁶	1.6×10 ⁸	1.0×10 ⁹	9.4×10 ⁸	8.8×10 ⁹
		PB+NO	0.02 + 0.1 (pH 3.0)	8.6× "	8.2×10 ⁵	4.2× "	2.0× "	3.2× "	1.6×10 ⁹	9.0× "
			0.01 + 0.02 (pH 4.0)	9.0× "	1.4×10 ⁶	9.4× "	3.8× "	4.6× "	1.6× "	9.0× "
			0.003+0.01 (pH 5.0)	1.5×10 ⁶	4.2× "	2.0×10 ⁷	5.8× "	6.0× "	2.0× "	9.0× "
対 照	塩 酸 無 添 加	pH 3.0	8.4×10 ⁵	3.0×10 ⁵	1.4×10 ⁷	6.0×10 ⁸	6.0×10 ⁹	2.0×10 ⁹	9.0×10 ⁹	
			4.0	1.0×10 ⁶	4.4× "	1.6× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.0× "
			5.0	1.5× "	4.5×10 ⁶	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.0× "
			5.5	1.5× "	4.5× "	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.0× "
対 照	塩 酸 無 添 加	pH 4.0	1.5×10 ⁶	4.5×10 ⁶	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.1× "	
			4.0	1.5×10 ⁶	4.5×10 ⁶	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.1× "
			5.0	1.5×10 ⁶	4.5×10 ⁶	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.1× "
			5.5	1.5×10 ⁶	4.5×10 ⁶	2.1× "	6.0× "	6.0× "	2.0× "	9.1× "

第 3-A 表 芽胞菌類の変化 (供試材料, ホンマダロ)
温度, 24~32.5°C

F: フラスキン, GF: グアノフランソ, Z: Z フラン, PZ: パナゾン

PB: パラオキシン安息香酸エステル, S: サリシル酸, NO: NaNO₂, B: 硼酸

措 置	防腐剤	濃 度 (%)	経 過 時 間 h						
			1	24	36	52	72	120	
単	塩	F	0.01	4.0×10 ²	8.4×10 ³	8.0×10 ⁴	1.0×10 ⁶	4.2×10 ⁷	1.6×10 ⁹
			0.003	4.1× "	1.8×10 ⁴	2.0×10 ⁵	3.0× "	6.2× "	2.8× "
			0.002	4.1× "	6.4× "	5.6× "	1.6×10 ⁷	3.6×10 ⁸	1.0×10 ¹⁰
			0.001	4.1× "	8.6×10 ⁵	1.5×10 ⁷	3.0×10 ⁸	4.9×10 ⁹	1.1× "
	酸	GF	0.01	4.1× "	8.4×10 ³	8.0×10 ⁴	1.0×10 ⁶	4.2×10 ⁷	1.7×10 ⁹
			0.003	4.1× "	1.7×10 ⁴	2.2×10 ⁵	3.2× "	6.2× "	3.0× "
			0.002	4.1× "	6.4× "	5.7× "	1.8×10 ⁷	3.8×10 ⁸	1.2×10 ¹⁰
			0.001	4.1× "	8.6×10 ⁵	1.5×10 ⁷	3.0×10 ⁸	4.9×10 ⁹	1.1× "
	無	Z	0.01	3.8× "	8.4×10 ³	7.0×10 ⁴	9.8×10 ⁵	3.0×10 ⁷	1.4×10 ⁹
			0.003	4.0× "	1.0×10 ⁴	9.2× "	1.4×10 ⁶	4.2× "	1.4× "
			0.002	4.1× "	5.6× "	5.2×10 ⁵	9.4× "	2.0×10 ⁸	8.0× "
			0.001	4.1× "	8.6×10 ⁵	1.5×10 ⁷	3.0×10 ⁸	4.9×10 ⁹	1.1×10 ¹⁰
	添	PZ	0.01	3.6× "	8.4×10 ³	7.0×10 ⁴	9.8×10 ⁵	4.7×10 ⁷	1.6×10 ⁹
			0.003	4.0× "	1.4×10 ⁴	9.4× "	1.4×10 ⁶	4.3× "	1.4× "
			0.002	4.1× "	5.6× "	5.2×10 ⁵	9.6× "	2.2×10 ⁸	8.2× "
			0.001	4.1× "	8.6×10 ⁵	1.5×10 ⁷	3.0×10 ⁸	4.9×10 ⁹	1.1×10 ¹⁰
	加	PB	0.02	3.8× "	7.6× "	1.0× "	3.0× "	4.9× "	1.1× "
			0.01	4.1× "	8.6× "	1.5× "	3.0× "	4.9× "	1.1× "
			0.005	4.1× "	8.6× "	1.5× "	3.0× "	4.9× "	1.1× "
		NO	0.1	4.0× "	7.5× "	1.0× "	3.0× "	4.8× "	1.1× "
			0.02	4.1× "	8.5× "	1.4× "	3.0× "	4.9× "	1.1× "
			0.01	4.1× "	8.6× "	1.5× "	3.0× "	4.9× "	1.1× "
		B	0.2	4.0× "	8.6× "	1.5× "	3.0× "	4.9× "	1.1× "
			0.1	4.1× "	8.6× "	1.5× "	3.0× "	4.9× "	1.1× "
用	塩	F	0.01 (pH 3.0)	3.4×10 ²	8.2×10 ³	7.8×10 ⁴	8.8×10 ⁵	4.0×10 ⁷	1.6×10 ⁹
			0.003 (pH 4.0)	4.0× "	8.2×10 ³	8.2×10 ⁴	9.0×10 ⁵	4.2×10 ⁷	2.0×10 ⁹
			0.002 (pH 5.0)	4.0× "	5.8×10 ⁴	9.0×10 ⁵	1.6×10 ⁷	3.6×10 ⁸	1.0×10 ¹⁰
			0.001 (pH 5.5)	4.1× "	8.2×10 ⁵	1.4×10 ⁷	2.8×10 ⁸	4.8×10 ⁹	1.1× "
	酸	Z	0.01 (pH 3.0)	3.2× "	8.0×10 ³	6.8×10 ⁴	8.6×10 ⁵	2.8×10 ⁷	1.4×10 ⁹
			0.003 (pH 4.0)	4.0× "	7.8× "	6.0× "	7.2× "	4.0× "	1.2× "
			0.002 (pH 5.0)	4.0× "	5.0×10 ⁴	7.6×10 ⁵	9.4×10 ⁶	2.0×10 ⁸	8.0× "
			0.001 (pH 5.5)	4.1× "	8.1×10 ⁵	1.3×10 ⁷	2.8×10 ⁸	4.8×10 ⁹	1.1×10 ¹⁰
	添	PB	0.02 (pH 3.0)	3.6× "	5.0× "	8.8×10 ⁶	1.4× "	4.8× "	1.1× "
			0.01 (pH 4.0)	3.8× "	8.4× "	1.3×10 ⁷	3.0× "	4.8× "	1.1× "
			0.005 (pH 5.0)	4.1× "	8.6× "	1.5× "	3.0× "	4.9× "	1.1× "
		NO	0.1 (pH 3.0)	3.6× "	4.8× "	8.8×10 ⁶	1.5× "	4.8× "	1.1× "
	加		0.02 (pH 4.0)	3.8× "	8.6× "	1.3×10 ⁷	2.8× "	4.8× "	1.1× "
			0.01 (pH 5.0)	4.1× "	8.6× "	1.5× "	3.0× "	4.9× "	1.1× "

複 酸 無 添 加	塩	F + Z	0.01 +0.01	3.4 × "	7.0×10 ³	4.5×10 ⁴	7.2×10 ⁵	1.2×10 ⁶	6.0×10 ⁸	
			0.003 +0.003	4.1 × "	8.0 × "	5.6 × "	7.2 × "	1.2×10 ⁷	8.2 × "	
			0.002 +0.002	4.1 × "	3.0×10 ⁴	5.8×10 ⁵	7.8×10 ⁶	1.3×10 ⁸	9.4×10 ⁹	
			0.0015+0.0015	4.1 × "	4.0×10 ⁵	6.0×10 ⁶	1.0×10 ⁸	2.0 × "	1.1×10 ¹⁰	
	0.001 +0.001	4.1 × "	8.0 × "	1.2×10 ⁷	1.8 × "	3.6×10 ⁹	1.1 × "			
	塩	F+PB	0.01 +0.02	3.6 × "	8.2×10 ³	7.0×10 ⁴	8.2×10 ⁵	1.8×10 ⁷	8.6×10 ⁸	
			0.003 +0.01	4.1 × "	1.0×10 ⁴	8.8 × "	1.2×10 ⁶	4.0 × "	1.0×10 ⁹	
			0.002 +0.005	4.1 × "	6.2 × "	9.6×10 ⁵	1.8×10 ⁷	3.8×10 ⁸	1.0×10 ¹⁰	
			0.0015+0.0015	4.1 × "	4.1×10 ⁵	6.2×10 ⁶	1.2×10 ⁸	2.2 × "	1.1 × "	
	0.001 +0.003	4.1 × "	8.2 × "	1.3×10 ⁷	2.8 × "	4.6×10 ⁹	1.1 × "			
	酸	F+NO	0.01 +0.1	3.6 × "	8.0×10 ³	6.8×10 ⁴	8.0×10 ⁵	1.6×10 ⁷	8.0×10 ⁸	
			0.003 +0.02	4.1 × "	9.0 × "	6.8 × "	8.0 × "	2.0 × "	9.2 × "	
			0.002 +0.01	4.1 × "	3.2×10 ⁴	6.0×10 ⁵	8.0×10 ⁶	1.6×10 ⁸	9.4×10 ⁹	
			0.0015+0.005	4.1 × "	4.0×10 ⁵	6.0×10 ⁶	1.0×10 ⁸	2.0 × "	1.1×10 ¹⁰	
	0.001 +0.002	4.1 × "	8.0 × "	1.2×10 ⁷	2.0 × "	3.8×10 ⁹	1.1 × "			
	無	F + B	0.01 +0.2	3.8 × "	8.4×10 ³	7.6×10 ⁴	1.7×10 ⁶	3.6×10 ⁷	1.7×10 ⁹	
0.003 +0.1			4.1 × "	2.0×10 ⁴	7.6 × "	3.3 × "	6.4 × "	3.2 × "		
添			Z+PB	0.01 +0.02	3.6 × "	8.0×10 ³	7.2 × "	1.6 × "	3.2 × "	1.6 × "
				0.003 +0.01	4.1 × "	1.0×10 ⁴	9.4 × "	1.6 × "	4.3 × "	1.6 × "
	0.002 +0.005	4.1 × "		5.4 × "	8.4×10 ⁵	9.8 × "	2.4×10 ⁸	1.1×10 ¹⁰		
	0.001 +0.002	4.1×10 ²		8.0×10 ⁵	1.2×10 ⁶	1.8×10 ⁸	3.8×10 ⁸	1.1 × "		
加	Z+NO	0.01 +0.1	3.4 × "	7.6×10 ³	5.9×10 ⁴	8.0×10 ⁵	1.6×10 ⁷	6.8×10 ⁸		
		0.003 +0.02	4.1 × "	9.0 × "	6.0 × "	8.0 × "	1.6 × "	9.0 × "		
		0.002 +0.01	4.1 × "	3.2×10 ⁴	6.0×10 ⁵	8.0×10 ⁶	1.4×10 ⁸	9.4×10 ⁹		
		0.001 +0.005	4.1 × "	8.0×10 ⁵	1.2×10 ⁷	1.8×10 ⁸	3.6×10 ⁹	1.0×10 ¹⁰		
PB+NO		0.02 +0.1	4.0 × "	9.5 × "	1.0 × "	3.0 × "	4.8 × "	1.1 × "		
		0.01 +0.02	2.0×10 ³	8.5 × "	1.4 × "	2.9 × "	4.8 × "	1.1 × "		
		0.005 +0.01	4.0 × "	8.5 × "	1.5 × "	3.0 × "	4.9 × "	1.1 × "		

用	塩 酸	F + Z	0.01 +0.01 (pH 3.0)	3.6×10 ²	5.5×10 ³	2.0×10 ⁴	1.8×10 ⁵	6.4×10 ⁶	2.7×10 ⁸
			0.003+0.003 (pH 4.0)	3.6 × "	6.0 × "	3.8 × "	4.5 × "	8.8 × "	8.0 × "
			0.002+0.002 (pH 5.0)	4.0 × "	1.5×10 ⁴	4.5×10 ⁵	6.4×10 ⁶	3.7×10 ⁷	6.8×10 ⁹
			0.001+0.001 (pH 5.5)	4.0 × "	8.0×10 ⁵	1.2×10 ⁷	1.8×10 ⁸	3.6×10 ⁹	1.0×10 ¹⁰
		F+PB	0.01 +0.02 (pH 3.0)	3.4 × "	5.6×10 ³	3.3×10 ⁴	4.1×10 ⁵	8.4×10 ⁶	4.8×10 ⁸
			0.003+0.01 (pH 4.0)	3.7 × "	7.6 × "	8.2 × "	7.6 × "	3.8×10 ⁷	1.0×10 ⁹
			0.002+0.005 (pH 5.0)	4.1 × "	6.2×10 ⁴	9.6×10 ⁵	1.8×10 ⁷	3.8×10 ⁸	8.0 × "
			0.001+0.005 (pH 5.5)	4.1 × "	8.2×10 ⁵	1.4×10 ⁷	2.2×10 ⁸	4.0×10 ⁹	1.0×10 ¹⁰
		F+NO	0.01 +0.1 (pH 3.0)	3.2 × "	5.5×10 ³	3.2×10 ⁴	4.0×10 ⁵	8.1×10 ⁶	4.6×10 ⁸
			0.003+0.02 (pH 4.0)	3.6 × "	7.0 × "	6.0 × "	7.2 × "	2.0×10 ⁷	9.4 × "
			0.002+0.01 (pH 5.0)	4.0 × "	5.8×10 ⁴	4.6×10 ⁵	6.6×10 ⁶	1.4×10 ⁸	7.4×10 ⁹
			0.001+0.005 (pH 5.5)	4.1 × "	8.0×10 ⁵	1.2×10 ⁷	2.0×10 ⁸	3.8×10 ⁹	1.0×10 ¹⁰
	添	Z+PB	0.01 +0.02 (pH 3.0)	3.2 × "	5.5×10 ³	3.2×10 ⁴	4.0×10 ⁵	8.2×10 ⁶	4.6×10 ⁸
			0.003+0.01 (pH 4.0)	3.8 × "	7.0 × "	4.2 × "	5.2 × "	4.2×10 ⁷	9.0 × "
			0.002+0.005 (pH 5.0)	4.0 × "	5.4×10 ⁴	8.4×10 ⁵	9.8×10 ⁶	3.4×10 ⁸	7.4×10 ⁹
			0.001+0.005 (pH 5.5)	4.1 × "	8.2×10 ⁵	1.4×10 ⁷	2.2×10 ⁸	4.0×10 ⁹	1.0×10 ¹⁰
	加	Z+NO	0.01 +0.1 (pH 3.0)	3.2 × "	5.5×10 ³	3.0×10 ⁴	4.0×10 ⁵	8.0×10 ⁶	4.4×10 ⁸
			0.003+0.02 (pH 4.0)	3.6 × "	7.0 × "	3.8 × "	4.5 × "	1.0×10 ⁷	8.2 × "
			0.002+0.01 (pH 5.0)	4.0 × "	1.4×10 ⁴	4.5×10 ⁵	6.4×10 ⁶	2.8×10 ⁸	7.2×10 ⁹
			0.001+0.005 (pH 5.5)	4.1 × "	8.0×10 ⁵	1.2×10 ⁷	2.0×10 ⁸	3.6×10 ⁹	1.0×10 ¹⁰
	PB+NO		0.02 +0.1 (pH 3.0)	4.0 × "	7.0×10 ⁴	2.2×10 ⁶	4.5×10 ⁷	2.4 × "	1.1 × "
			0.01 +0.02 (pH 4.0)	4.0 × "	7.0×10 ⁵	8.8 × "	3.0×10 ⁸	4.8 × "	1.1 × "
			0.005+0.01 (pH 5.0)	4.1 × "	8.2 × "	1.5×10 ⁷	3.0 × "	4.8 × "	1.2 × "

対 照	塩 酸 添 加	pH 3.0	3.9×10 ²	1.6×10 ⁵	8.2×10 ⁶	2.0×10 ⁸	4.9×10 ⁹	1.1×10 ¹⁰
		4.0	4.0 × "	5.0 × "	1.0×10 ⁷	3.0 × "	4.9 × "	1.1 × "
		5.0	4.1 × "	8.6 × "	1.5 × "	3.0 × "	4.9 × "	1.1 × "
	塩 酸 無 添 加		—	—	—	—	—	—

第 3-B 表 芽胞菌数の変化 (供試材料 カキ
温度 4.5~11.5°C)

F: フォスホン, GF: グリノフロン, Z: Z フロン, PZ: ペオゾン

PB: ペラオキシン安息香酸エステル, S: サリシル酸, NO: NaNO₂, B: 硼酸

措 置	防腐剤	濃 度 (%)	経 過 時 間 h							
			1	24	36	52	72	120	170	
単	塩	F	0.01	2.5×10 ⁵	6.0×10 ⁴	8.0×10 ⁴	6.0×10 ⁵	5.5×10 ⁷	6.8×10 ⁷	6.0×10 ⁸
			0.003	2.5× "	8.6× "	1.0×10 ⁵	3.0×10 ⁶	7.0× "	1.1×10 ⁸	1.0×10 ⁹
			0.002	3.0× "	8.6× "	4.8× "	3.0× "	9.8× "	1.1× "	5.8× "
			0.0015	3.0× "	4.6×10 ⁵	3.0×10 ⁶	4.4×10 ⁷	1.4×10 ⁹	5.4× "	6.9× "
			0.001	3.0× "	9.2× "	6.2× "	9.0× "	2.7× "	1.1×10 ⁹	6.9× "
	酸	G F	0.01	2.5× "	6.0×10 ⁴	8.0×10 ⁴	6.0×10 ⁵	5.5×10 ⁷	6.8×10 ⁷	6.0×10 ⁸
			0.003	3.0× "	8.6× "	1.4×10 ⁵	4.0×10 ⁶	7.4× "	1.6×10 ⁸	1.2×10 ⁹
			0.002	3.0× "	8.6× "	4.8× "	4.3× "	9.8× "	9.8× "	6.0× "
			0.001	3.0× "	9.2×10 ⁵	6.4×10 ⁶	9.2×10 ⁷	2.8×10 ⁹	1.3× "	7.0× "
	無	Z	0.01	2.5× "	6.0×10 ⁴	8.0×10 ⁴	4.0×10 ⁵	4.5×10 ⁷	6.6×10 ⁷	6.0×10 ⁸
			0.003	2.5× "	8.0× "	9.2× "	1.0×10 ⁶	6.0× "	1.0×10 ⁸	9.8× "
			0.002	3.0× "	8.0× "	4.6×10 ⁵	3.0× "	9.6× "	1.0× "	5.8×10 ⁹
			0.0015	3.0× "	4.5×10 ⁵	2.8×10 ⁶	4.0×10 ⁷	1.2×10 ⁹	2.6× "	6.9× "
	添	P Z	0.01	2.5× "	6.0×10 ⁴	8.0×10 ⁴	4.0×10 ⁵	4.5×10 ⁷	6.6×10 ⁷	6.0×10 ⁸
			0.003	2.5× "	8.4× "	9.4× "	1.6×10 ⁶	6.4× "	1.3×10 ⁸	1.0×10 ⁹
			0.002	3.0× "	8.4× "	4.6×10 ⁵	6.0× "	9.8× "	1.3× "	6.0× "
			0.001	3.0× "	9.0×10 ⁵	6.0×10 ⁶	9.0×10 ⁷	2.8×10 ⁹	1.2× "	6.9× "
	加	P B	0.02	3.0× "	9.4× "	5.6× "	7.8× "	2.7× "	1.1×10 ⁹	6.9× "
			0.01	3.0× "	9.6× "	6.7× "	9.2× "	2.7× "	1.1× "	6.9× "
			0.005	3.0× "	9.8× "	6.7× "	9.2× "	2.8× "	1.1× "	6.9× "
		NO	0.1	3.0× "	9.5× "	5.6× "	7.6× "	2.6× "	1.1× "	6.9× "
			0.02	3.0× "	9.6× "	6.7× "	9.0× "	2.7× "	1.1× "	6.9× "
			0.01	3.0× "	9.8× "	5.6× "	9.2× "	2.8× "	1.1× "	6.9× "
		B	0.2	3.0× "	9.8× "	6.7× "	8.8× "	2.8× "	1.1× "	6.9× "
			0.1	3.0× "	9.8× "	6.7× "	9.2× "	2.8× "	1.1× "	6.9× "
用	塩	F	0.01 (pH 3.0)	2.0×10 ⁵	4.0×10 ⁴	7.0×10 ⁴	4.0×10 ⁵	4.5×10 ⁷	5.6×10 ⁷	6.0×10 ⁸
			0.003 (pH 4.0)	2.0× "	5.4× "	9.4× "	4.2× "	4.0× "	6.2× "	1.0×10 ⁹
			0.002 (pH 5.0)	3.0× "	8.0× "	4.5×10 ⁵	6.0×10 ⁶	9.4× "	9.6× "	5.8× "
			0.001 (pH 5.5)	3.0× "	9.0×10 ⁵	6.0×10 ⁶	9.0×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
	酸	Z	0.01 (pH 3.0)	2.0× "	3.2×10 ⁴	5.8×10 ⁴	2.0×10 ⁵	3.0×10 ⁷	6.0×10 ⁷	6.0×10 ⁸
			0.003 (pH 4.0)	2.0× "	5.2× "	9.0× "	7.7×10 ⁶	1.0×10 ⁸	5.9× "	9.8× "
			0.002 (pH 5.0)	3.0× "	7.8× "	3.6×10 ⁵	7.2× "	1.2× "	9.6× "	5.8×10 ⁹
			0.001 (pH 5.5)	3.0× "	9.0×10 ⁵	6.0×10 ⁶	9.0×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
	添	P B	0.02 (pH 3.0)	2.0× "	8.0× "	5.0× "	6.5× "	2.6× "	1.1× "	6.9× "
			0.01 (pH 4.0)	2.6× "	9.4× "	6.7× "	9.2× "	2.7× "	1.1× "	6.9× "
			0.005 (pH 5.0)	3.0× "	9.8× "	6.7× "	9.2× "	2.7× "	1.1× "	6.9× "
	加	NO	0.1 (pH 3.0)	2.2× "	8.0× "	5.0× "	6.5× "	2.6× "	1.1× "	6.9× "
			0.02 (pH 4.0)	2.8× "	9.4× "	6.6× "	9.0× "	2.7× "	1.1× "	6.9× "
			0.01 (pH 5.0)	3.0× "	9.8× "	6.7× "	9.2× "	2.7× "	1.1× "	6.9× "

複 加 添	塩 酸 無	F + Z	0.01 + 0.01	2.0×10 ⁵	3.8×10 ⁴	6.0×10 ⁴	9.2×10 ⁴	1.0×10 ⁷	4.2×10 ⁷	5.0×10 ⁸
			0.003+0.003	2.0× "	4.0× "	9.2× "	1.2×10 ⁵	1.0× "	8.6× "	8.0× "
			0.002+0.002	3.0× "	7.2× "	4.4×10 ⁵	1.2×10 ⁶	4.3× "	9.4× "	5.8×10 ⁹
			0.001+0.001	3.0× "	8.6×10 ⁵	5.8×10 ⁶	8.8×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
		F + PB	0.01 + 0.02	2.4× "	6.2×10 ⁴	9.6×10 ⁴	9.8×10 ⁴	4.6×10 ⁷	6.8×10 ⁷	6.2×10 ⁸
			0.003+0.02	2.4× "	6.2× "	9.6× "	1.9×10 ⁵	4.8× "	8.8× "	1.4×10 ⁹
			0.002+0.01	3.0× "	8.2× "	4.8×10 ⁵	2.9×10 ⁶	9.8× "	9.6× "	5.8× "
			0.001+0.005	3.0× "	9.2×10 ⁵	6.2×10 ⁶	9.0×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
		F + NO	0.01 + 0.1	2.4× "	6.0×10 ⁴	9.4×10 ⁴	9.6×10 ⁴	4.0×10 ⁷	4.8×10 ⁷	5.6×10 ⁸
			0.003+0.02	2.4× "	6.2×10 ⁴	9.4× "	1.9×10 ⁵	4.4× "	5.2× "	8.2× "
			0.002+0.01	3.0× "	8.0× "	4.6×10 ⁵	2.9×10 ⁶	9.6× "	9.4× "	5.8×10 ⁹
			0.001+0.005	3.0× "	8.8×10 ⁵	5.8×10 ⁶	8.8×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
	塩 酸 有	Z + PB	0.01 + 0.02	2.4× "	6.0×10 ⁴	9.4×10 ⁴	9.6×10 ⁴	4.4×10 ⁷	6.6×10 ⁷	6.2×10 ⁸
			0.003+0.01	2.4× "	6.2× "	9.2× "	1.9×10 ⁵	4.4× "	6.6× "	1.0×10 ⁹
			0.002+0.005	3.0× "	8.2× "	3.1×10 ⁶	9.8× "	9.6× "	9.6× "	5.8× "
			0.001+0.005	3.0× "	8.8×10 ⁵	5.8×10 ⁶	8.8×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
		Z + NO	0.01 + 0.1	2.2× "	5.8×10 ⁴	9.2×10 ⁴	9.4×10 ⁴	1.4×10 ⁷	4.6×10 ⁷	5.4×10 ⁸
			0.003+0.02	2.2× "	6.0× "	9.4× "	1.9×10 ⁵	4.2× "	5.2× "	7.8× "
			0.002+0.01	3.0× "	8.0× "	4.5×10 ⁵	2.6×10 ⁶	9.8× "	9.4× "	5.8×10 ⁹
			0.001+0.005	3.0× "	8.6×10 ⁵	5.8×10 ⁶	8.8×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
		PB + NO	0.02 + 0.1	2.2× "	8.0× "	5.0× "	7.6× "	2.6× "	1.1× "	6.9× "
			0.01 + 0.02	3.0× "	9.6× "	6.6× "	8.6× "	2.6× "	1.1× "	6.9× "
			0.005+0.01	3.0× "	9.6× "	6.6× "	9.2× "	2.7× "	1.1× "	6.9× "
対 照	塩 酸 有	F + Z	0.01 + 0.01 (pH 3.0)	2.0×10 ⁵	2.0×10 ⁴	3.0×10 ⁴	7.2×10 ⁴	6.4×10 ⁶	1.6×10 ⁷	1.4×10 ⁸
			0.003+0.003 (pH 4.0)	2.0× "	4.0× "	6.8× "	3.2×10 ⁵	2.1×10 ⁷	2.8×10 ⁷	4.4× "
			0.002+0.002 (pH 5.0)	3.0× "	7.0× "	1.2×10 ⁵	1.2×10 ⁶	4.0× "	6.6× "	3.6×10 ⁹
			0.001+0.001 (pH 5.5)	3.0× "	8.4×10 ⁵	5.6×10 ⁶	8.8×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
		F + PB	0.01 + 0.02 (pH 3.0)	2.0× "	2.2×10 ⁴	3.8×10 ⁴	7.6×10 ⁴	9.8×10 ⁶	3.8×10 ⁷	5.0×10 ⁸
			0.003+0.01 (pH 4.0)	2.0× "	5.6× "	9.6× "	8.4×10 ⁵	5.0×10 ⁷	7.3×10 ⁷	7.2× "
			0.002+0.005 (pH 5.0)	3.0× "	7.4× "	4.4×10 ⁵	5.8×10 ⁶	9.4× "	9.2× "	5.6×10 ⁹
			0.001+0.005 (pH 5.5)	3.0× "	9.2×10 ⁵	6.0×10 ⁶	9.0×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
		F + NO	0.01 + 0.1 (pH 3.0)	2.0× "	2.0×10 ⁴	3.6×10 ⁴	7.4×10 ⁴	9.0×10 ⁶	3.3×10 ⁷	4.4×10 ⁸
			0.003+0.02 (pH 4.0)	2.0× "	4.2× "	7.0× "	4.0×10 ⁵	4.5×10 ⁷	7.0×10 ⁷	5.8× "
			0.002+0.01 (pH 5.0)	3.0× "	7.0× "	3.5×10 ⁵	4.0×10 ⁶	8.0× "	8.4× "	4.8×10 ⁹
			0.001+0.01 (pH 5.5)	3.0× "	8.6×10 ⁵	5.8×10 ⁶	8.8×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
	塩 酸 無	Z + PB	0.01 + 0.02 (pH 3.0)	2.0× "	2.0×10 ⁴	3.6×10 ⁴	7.4×10 ⁴	9.2×10 ⁶	3.3×10 ⁷	4.4×10 ⁸
			0.003+0.01 (pH 4.0)	2.0× "	5.4× "	9.4× "	7.4×10 ⁵	2.8×10 ⁷	6.4×10 ⁷	6.8× "
			0.002+0.005 (pH 5.0)	3.0× "	8.0× "	4.8×10 ⁵	6.2×10 ⁶	9.8× "	9.6× "	5.8×10 ⁹
			0.001+0.005 (pH 5.5)	3.0× "	8.6×10 ⁵	5.8×10 ⁶	8.8×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
		Z + NO	0.01 + 0.1 (pH 3.0)	2.0× "	2.0×10 ⁴	3.4×10 ⁴	7.3×10 ⁴	9.0×10 ⁶	3.0×10 ⁷	4.2×10 ⁸
			0.003+0.02 (pH 4.0)	2.0× "	4.0× "	6.8× "	7.0×10 ⁵	2.5×10 ⁷	6.0×10 ⁷	4.6× "
			0.002+0.01 (pH 5.0)	3.0× "	7.0× "	4.8×10 ⁵	6.2×10 ⁶	9.8× "	9.6× "	5.8×10 ⁹
			0.001+0.01 (pH 5.5)	3.0× "	8.5×10 ⁵	5.8×10 ⁶	8.8×10 ⁷	2.7×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9× "
		PB + NO	0.02 + 0.1 (pH 3.0)	2.8× "	7.0× "	2.0× "	6.4× "	2.0× "	1.0× "	6.9×10 ⁹
			0.01 + 0.02 (pH 4.0)	2.9× "	7.4× "	2.8× "	7.0× "	2.6× "	1.0× "	6.9× "
			0.005+0.01 (pH 5.0)	3.0× "	9.4× "	6.4× "	9.2× "	2.7× "	1.0× "	6.9× "
対 照	塩 酸 無 添 加	pH 3.0 4.0 5.0		2.2×10 ⁵	9.5×10 ⁵	5.6×10 ⁶	9.2×10 ⁷	2.8×10 ⁹	1.1×10 ⁹	6.9×10 ⁹
				2.8× "	9.6× "	6.7× "	9.2× "	2.7× "	1.1× "	6.9× "
				3.0× "	9.8× "	6.7× "	9.2× "	2.7× "	1.1× "	6.9× "

第 4-A 表 揮発性塩基態窒素の変化 (供試材料 ホンマダロ)
温度 24~32.5°CF: フラスキン, GF: グアノフラシン, Z: Z フラン, PZ: パナゾン
PB: パラオキシ安息香酸エステル, S: サリチル酸, NO: NaNO₂, B: 硼酸

措 置	防腐剤	濃 度 (%)	経 過 時 間 h				
			24	36	48	72	120
単 酸	F	0.02	24	26	28	88	184
		0.01	24	26	28	88	184
		0.003	24	26	28	88	184
		0.002	26	28	32	91	184
		0.0015	28	30	45	98	188
		0.001	30	35	82	135	210
	GF	0.02	24	26	28	90	188
		0.01	24	26	28	90	188
		0.003	24	26	28	90	188
		0.002	26	28	35	94	188
		0.0015	30	30	45	94	188
		0.001	30	35	82	135	210
	Z	0.02	21	24	26	84	174
		0.01	21	24	28	84	178
		0.003	21	24	28	86	184
		0.002	24	26	28	86	184
		0.0015	27	30	32	94	188
		0.001	30	35	77	135	210
	PZ	0.02	21	24	28	84	178
		0.01	21	24	28	84	178
		0.003	24	26	28	88	188
		0.002	24	28	48	88	188
		0.0015	27	30	42	94	210
		0.001	30	35	82	135	210
	PB	0.02	30	56	82	148	216
		0.01	32	56	82	148	216
		0.005	32	56	82	148	216
	S	0.02	30	56	82	148	216
		0.01	30	56	82	148	216
		0.005	30	56	82	148	216
	NO	0.1	28	49	82	148	216
		0.02	30	52	82	148	216
		0.01	32	56	82	148	216
		0.005	32	56	82	148	216
	B	0.2	32	56	82	148	216
		0.1	32	56	82	148	216
用 塩 酸 添 加	F	0.01 (pH 3.0)	24	26	28	70	180
		0.003 (pH 4.0)	24	26	28	70	180
		0.002 (pH 5.0)	24	27	28	73	184
		0.001 (pH 5.5)	28	30	70	135	192
	Z	0.01 (pH 3.0)	24	26	28	63	176
		0.003 (pH 4.0)	24	26	28	67	176
		0.002 (pH 5.0)	24	27	28	70	184
		0.001 (pH 5.5)	28	30	63	130	192
	PZ	0.01 (pH 3.0)	24	26	28	63	178
		0.003 (pH 4.0)	24	26	28	63	178
		0.002 (pH 5.0)	24	27	28	70	184
		0.001 (pH 5.5)	28	32	66	135	192
	PB	0.02 (pH 3.0)	27	49	77	146	178
		0.01 (pH 4.0)	28	54	82	148	210
		0.005 (pH 5.0)	30	56	82	148	216
	NO	0.1 (pH 3.0)	27	35	63	135	174
		0.02 (pH 4.0)	28	42	63	140	184
		0.01 (pH 5.0)	30	52	77	148	210
	B	0.2 (pH 3.0)	28	42	77	142	210
		0.1 (pH 4.0)	30	56	82	148	216
		0.05 (pH 5.0)	32	56	82	148	216

複 加	塩 酸	F + Z	0.01 +0.01	21	24	26	68	170
			0.003 +0.003	21	24	26	68	170
			0.002 +0.002	24	24	28	70	177
			0.0015+0.0015	27	28	32	77	180
			0.001 +0.001	30	35	47	88	188
		F + PB	0.01 +0.02	21	28	40	88	184
			0.003 +0.01	21	28	42	88	184
			0.002 +0.005	24	28	45	90	193
			0.001 +0.005	30	35	47	97	210
		F + NO	0.01 +0.1	21	24	28	70	174
			0.003 +0.02	21	24	28	70	178
			0.002 +0.01	24	28	28	77	178
			0.001 +0.005	30	35	45	94	188
	無 添 加	F + B	0.01 +0.2	21	30	42	88	184
			0.003 +0.1	21	35	49	94	184
		Z + PB	0.01 +0.02	21	24	28	70	178
			0.003 +0.01	21	24	28	77	178
			0.002 +0.005	24	28	35	77	184
		Z + NO	0.001 +0.005	28	35	45	94	184
			0.01 +0.1	21	24	26	68	170
			0.003 +0.02	21	24	28	68	170
		PB + NO	0.002 +0.01	24	24	28	70	177
			0.001 +0.005	28	42	63	116	188
			0.02 +0.1	28	42	82	148	216
		PB + B	0.01 +0.02	30	56	82	148	216
			0.005 +0.01	32	56	82	148	216
			0.02 +0.2	32	56	82	148	216
			0.01 +0.1	32	56	82	148	216
			0.005 +0.05	32	56	82	148	216
用	塩 酸	F + Z	0.01 +0.01 (pH 3.0)	21	24	26	64	162
			0.003+0.003 (pH 4.0)	21	24	28	64	164
			0.002+0.002 (pH 5.0)	21	24	28	68	164
			0.001+0.001 (pH 5.5)	24	32	49	98	170
		F + PB	0.01 +0.02 (pH 3.0)	21	26	32	68	170
			0.003+0.01 (pH 4.0)	21	26	35	70	188
			0.002+0.005 (pH 5.0)	24	28	35	77	193
			0.001+0.005 (pH 5.5)	28	35	56	106	203
		F + NO	0.01 +0.1 (pH 3.0)	21	24	27	64	164
			0.003+0.02 (pH 4.0)	21	24	28	64	172
			0.002+0.01 (pH 5.0)	24	28	32	70	180
			0.001+0.01 (pH 5.5)	24	32	45	88	188
	添 加	Z + PB	0.01 +0.02 (pH 3.0)	21	24	32	66	164
			0.003+0.01 (pH 4.0)	21	24	32	70	164
			0.002+0.005 (pH 5.0)	24	28	35	77	180
		Z + NO	0.01 +0.1 (pH 3.0)	21	24	28	62	162
			0.003+0.02 (pH 4.0)	21	24	28	62	162
			0.002+0.01 (pH 5.0)	21	24	28	70	170
			0.001+0.1 (pH 5.5)	24	28	32	77	180
		PB + NO	0.02 +0.1 (pH 3.0)	24	35	77	96	216
			0.01 +0.02 (pH 4.0)	24	42	77	140	216
			0.005+0.01 (pH 5.0)	28	49	82	148	216
対 照	塩 酸 添 加	pH 3.0	4.0	24	35	77	148	216
			5.0	26	50	82	148	216
				32	56	82	148	216
				35	56	82	148	216
	塩 酸 無 添 加			24	35	77	148	216
				26	50	82	148	216
				32	56	82	148	216
				35	56	82	148	216

第 4-B 表 揮発性塩基態窒素の変化 (供試材料 カキ
温度 4.5~11.5°C)

F: フラスキン, GF: グアノフラシン, Z: Z フリン, PZ: パナゾン

PB: パラオキシン安息香酸エステル, S: サリシル酸, NO: NaNO₂, B: 硼酸

置 置	防腐剤	濃 度 (%)	経 過 時 間					
			24 h	36	2 d	3	5	7
単 酸	F	0.02	11	12	14	21	35	64
		0.01	12	12	15.5	24	42	66
		0.003	12	14	18	24	42	70
		0.002	14	16	18	26	44	70
		0.0015	14	16	18	30	49	70
		0.001	14	16	18	30	54	70
	GF	0.02	11	12	18	22	35	66
		0.01	11	14	18	24	42	68
		0.003	12	14	18	24	42	70
		0.002	14	16	18	30	49	77
		0.0015	14	16	21	30	54	77
		0.001	14	16	21	32	56	84
	Z	0.02	11	12	14	21	30	56
		0.01	11	12	14	21	35	63
		0.003	11	12	16	24	35	66
		0.002	12	14	18	24	42	70
		0.0015	14	16	18	28	47	70
		0.001	14	16	21	30	54	70
	PZ	0.02	11	12	14	21	30	63
		0.01	11	12	14	21	35	63
		0.003	11	12	16	24	38	66
		0.002	12	14	18	28	44	73
		0.0015	14	16	18	30	49	73
		0.001	14	16	21	30	54	77
	PB	0.02	14	16	18	30	56	77
		0.01	14	16	18	32	56	77
		0.005	14	16	21	32	56	77
	S	0.02	14	16	18	30	49	77
		0.01	14	16	21	32	56	77
		0.005	14	16	21	32	56	77
	NO	0.1	12	16	18	30	54	77
		0.02	14	16	21	32	56	77
		0.01	14	16	21	32	56	77
		0.005	14	16	21	32	56	77
	B	0.2	14	16	21	32	56	77
		0.1	14	16	21	32	56	77
用	塩	0.01 (pH 3.0)	12	12	14	21	35	63
		0.003 (pH 4.0)	12	14	15	22	35	63
		0.002 (pH 5.0)	14	14	18	24	49	70
		0.001 (pH 5.5)	14	16	21	32	56	77
	Z	0.01 (pH 3.0)	12	12	14	18	28	54
		0.003 (pH 4.0)	12	12	14	21	30	63
		0.002 (pH 5.0)	12	14	18	21	35	70
		0.001 (pH 5.5)	14	16	21	32	56	77
	PB	0.02 (pH 3.0)	12	14	18	30	56	70
		0.01 (pH 4.0)	14	16	18	32	56	70
		0.005 (pH 5.0)	14	16	21	32	56	77
	NO	0.1 (pH 3.0)	12	16	18	28	54	70
		0.02 (pH 4.0)	12	16	21	30	56	77
		0.01 (pH 5.0)	14	16	21	32	56	77
		0.05 (pH 5.0)	14	16	21	32	56	77

複 加	塩	F + Z	0.01 +0.01	12	12	14	18	28	56
			0.003 +0.003	12	12	14	18	30	60
			0.002 +0.002	12	14	18	21	35	63
			0.0015+0.0015	14	16	21	32	47	70
	酸	F+PB	0.01 +0.02	12	14	21	28	35	56
			0.003 +0.01	12	14	21	28	35	56
			0.002 +0.005	14	16	21	32	35	63
			0.001 +0.005	14	16	18	32	49	70
	無	F+NO	0.01 +0.1	12	12	18	22	30	56
			0.003 +0.02	12	14	18	22	30	56
			0.002 +0.01	14	14	18	28	35	63
			0.001 +0.005	14	16	18	28	42	70
	添	Z+PB	0.01 +0.02	12	12	18	21	28	56
			0.003 +0.01	12	12	18	21	30	56
			0.002 +0.005	12	14	18	24	32	63
	加	Z+NO	0.01 +0.1	12	12	14	21	28	56
			0.003 +0.02	12	12	18	21	30	—
			0.002 +0.01	12	14	18	21	32	63
			0.001 +0.005	14	16	21	28	35	70
		PB+NO	0.02 +0.1	14	16	18	28	49	77
			0.01 +0.02	14	16	21	28	54	77
0.005 +0.01			14	16	21	32	56	77	
用	塩	F + Z	0.01 +0.01 (pH 3.0)	12	12	14	16	28	55
			0.003+0.003 (pH 4.0)	12	12	14	18	30	56
			0.002+0.002 (pH 5.0)	12	12	14	18	32	60
			0.001+0.001 (pH 5.5)	12	13	14	22	44	70
	酸	F+PB	0.01 +0.02 (pH 3.0)	12	12	14	18	30	56
			0.003+0.01 (pH 4.0)	12	14	16	21	32	56
			0.002+0.005 (pH 5.0)	12	14	16	24	49	56
			0.001+0.005 (pH 5.5)	14	16	18	24	35	66
	添	F+NO	0.01 +0.1 (pH 3.0)	12	12	14	16	28	54
			0.003+0.02 (pH 4.0)	12	14	16	18	30	56
			0.002+0.01 (pH 5.0)	12	14	16	18	32	60
			0.001+0.005 (pH 5.5)	12	14	16	21	35	60
	加	Z+PB	0.01 +0.02 (pH 3.0)	12	12	14	18	30	54
			0.003+0.01 (pH 4.0)	12	14	14	21	30	56
			0.002+0.005 (pH 5.0)	12	14	16	21	32	60
			0.001+0.005 (pH 5.5)	12	14	16	24	47	70
		Z+NO	0.01 +0.1 (pH 3.0)	12	12	14	16	28	56
			0.003+0.02 (pH 4.0)	12	12	14	18	30	56
			0.002+0.01 (pH 5.0)	12	14	16	21	32	60
			0.001+0.005 (pH 5.5)	12	14	16	24	47	70
		PB+NO	0.02 +0.1 (pH 3.0)	12	16	18	27	48	77
			0.01 +0.02 (pH 4.0)	14	16	21	28	48	77
0.005+0.01 (pH 5.0)			14	16	21	28	56	77	
対 照	塩 酸 添 加	pH 3.0	12	16	21	30	56	77	
			14	16	21	32	56	77	
			14	16	21	32	56	77	
			14	16	21	32	56	77	
	塩 酸 無 添 加	5.0	14	16	21	32	56	77	
			14	16	21	32	56	77	
			14	16	21	32	56	77	
			14	16	21	32	56	77	

第 5-A 表 pH の変化 (供試材料 ホンマダロ)
(温度 24~32.5°C)

F: フラスキン, GF: フラスキン, Z: Z フリン, PZ: パナゾン

PB: パラオキシ安息香酸エステル, S: サリシル酸, NO: NaNO₂, B: 硼酸

措 置	防腐剤	濃 度 (%)	経 過 時 間					
			24 h	36	2 d	3	5	
単	塩	F	0.02	6.2	6.3	6.4	6.6	6.8
			0.01	6.2	6.3	6.4	6.6	6.8
			0.003	6.2	6.3	6.4	6.6	6.8
			0.002	6.3	6.4	6.5	6.7	6.8
			0.001	6.4	6.5	6.6	6.8	6.9
	酸	GF	0.02	6.2	6.3	6.4	6.6	6.8
			0.01	6.2	6.3	6.4	6.6	6.8
			0.003	6.2	6.3	6.4	6.6	6.8
			0.002	6.2	6.4	6.5	6.6	6.8
			0.001	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8
	無	Z	0.02	6.2	6.3	6.4	6.6	6.7
			0.01	6.2	6.3	6.4	6.6	6.8
			0.003	6.2	6.3	6.4	6.6	6.8
			0.002	6.3	6.4	6.5	6.6	6.8
			0.001	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8
	添	PZ	0.01	6.2	6.3	6.4	6.6	6.7
			0.003	6.2	6.3	6.4	6.6	6.7
			0.002	6.2	6.4	6.5	6.6	6.7
			0.001	6.4	6.5	6.6	6.8	6.8
	加	PB	0.02	6.5	6.6	6.7	7.0	7.2
			0.01	6.5	6.6	6.8	7.0	7.2
			0.005	6.5	6.6	6.8	7.0	7.2
		NO	0.1	6.4	6.5	6.7	6.8	7.0
			0.02	6.4	6.6	6.8	6.8	7.2
			0.01	6.5	6.6	6.8	7.0	7.2
			0.005	6.5	6.6	6.8	7.0	7.2
	B	0.2	6.5	6.6	6.8	7.0	7.2	
		0.1	6.5	6.6	6.8	7.0	7.2	
用	塩	F	0.01 (pH 3.0)	6.0	6.2	6.5	6.8	7.0
			0.003 (pH 4.0)	6.0	6.2	6.5	6.9	7.0
			0.002 (pH 5.0)	6.0	6.4	6.5	6.9	7.0
			0.001 (pH 5.5)	6.3	6.5	6.6	6.9	7.0
	酸	Z	0.01 (pH 3.0)	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8
			0.003 (pH 4.0)	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8
			0.002 (pH 5.0)	6.2	6.4	6.4	6.6	6.8
			0.001 (pH 5.5)	6.4	6.5	6.6	6.8	7.0
	添	PB	0.02 (pH 3.0)	6.4	6.6	6.6	6.8	7.0
			0.01 (pH 4.0)	6.4	6.6	6.7	6.8	7.0
	加	NO	0.1 (pH 3.0)	6.4	6.6	6.6	6.8	7.0
			0.02 (pH 4.0)	6.5	6.6	6.6	6.8	7.0
			0.01 (pH 5.0)	6.5	6.6	6.6	6.8	7.2
		B	0.2 (pH 3.0)	6.5	6.6	6.7	6.8	7.2
			0.1 (pH 4.0)	6.5	6.6	6.7	6.8	7.2

複	塩酸無添加	F+Z	0.01 +0.01	6.0	6.3	6.4	6.6	7.0
			0.003+0.003	6.0	6.3	6.4	6.6	7.0
			0.002+0.002	6.3	6.4	6.5	6.7	7.0
			0.001+0.001	6.4	6.5	6.6	6.7	7.0
		F+PB	0.01 +0.02	6.0	6.4	6.6	6.7	7.0
			0.003+0.01	6.0	6.4	6.6	6.7	7.0
			0.002+0.005	6.3	6.4	6.6	6.7	7.0
		F+NO	0.01 +0.1	6.0	6.3	6.4	6.6	6.9
			0.003+0.02	6.0	6.4	6.4	6.6	6.9
			0.002+0.01	6.2	6.4	6.5	6.6	6.9
			0.001+0.005	6.5	6.5	6.6	6.8	7.0
		F+B	0.01 +0.2	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0
			0.003+0.1	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0
			0.002+0.05	6.3	6.4	6.6	6.8	7.0
	塩酸添加	Z+PB	0.01 +0.02	6.0	6.4	6.5	6.6	6.8
			0.003+0.01	6.0	6.4	6.5	6.6	7.0
			0.002+0.005	6.3	6.4	6.5	6.6	7.0
		Z+NO	0.01 +0.1	6.0	6.2	6.4	6.6	7.0
			0.003+0.02	6.0	6.2	6.4	6.6	7.0
			0.002+0.01	6.0	6.2	6.5	6.6	7.0
			0.001+0.005	6.3	6.4	6.5	6.6	7.0
		PB+NO	0.02 +0.1	6.4	6.6	6.7	6.8	7.2
			0.01 +0.02	6.5	6.6	6.7	6.8	7.2
			0.005+0.01	6.5	6.6	6.7	6.8	7.2
川	塩酸無添加	F+Z	0.01 +0.01 (pH 3.0)	6.0	6.2	6.4	6.6	7.0
			0.003+0.003 (pH 4.0)	6.0	6.2	6.4	6.6	7.0
			0.002+0.002 (pH 5.0)	6.0	6.3	6.4	6.6	7.0
			0.001+0.001 (pH 5.5)	6.3	6.5	6.6	6.7	7.0
		F+PB	0.01 +0.02 (pH 3.0)	6.0	6.2	6.5	6.7	7.0
			0.003+0.01 (pH 4.0)	6.0	6.3	6.5	6.7	7.0
			0.002+0.005 (pH 5.0)	6.3	6.4	6.5	6.8	7.0
			0.001+0.005 (pH 5.5)	6.3	6.5	6.6	6.8	7.0
		F+NO	0.01 +0.1 (pH 3.0)	6.0	6.2	6.4	6.7	7.0
			0.003+0.002 (pH 4.0)	6.0	6.2	6.4	6.7	7.0
			0.002+0.01 (pH 5.0)	6.3	6.2	6.4	6.7	7.1
		Z+PB	0.01 +0.02 (pH 3.0)	6.0	6.3	6.5	6.6	7.0
			0.003+0.01 (pH 4.0)	6.0	6.3	6.5	6.6	7.0
			0.002+0.005 (pH 5.0)	6.3	6.4	6.5	6.6	7.0
	塩酸添加	Z+NO	0.01 +0.1 (pH 3.0)	6.0	6.2	6.4	6.7	7.0
			0.003+0.02 (pH 4.0)	6.0	6.2	6.4	6.7	7.0
			0.002+0.01 (pH 5.0)	6.0	6.2	6.4	6.7	7.0
		PB+NO	0.02 +0.1 (pH 3.0)	6.3	6.5	6.6	6.8	7.2
			0.01 +0.02 (pH 4.0)	6.3	6.5	6.6	6.9	7.2
対照	塩酸無添加	pH 3.0		6.4	6.5	6.8	6.9	7.2
			4.0	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2
			5.0	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2
		pH 4.0		6.5	6.6	6.7	7.0	7.2

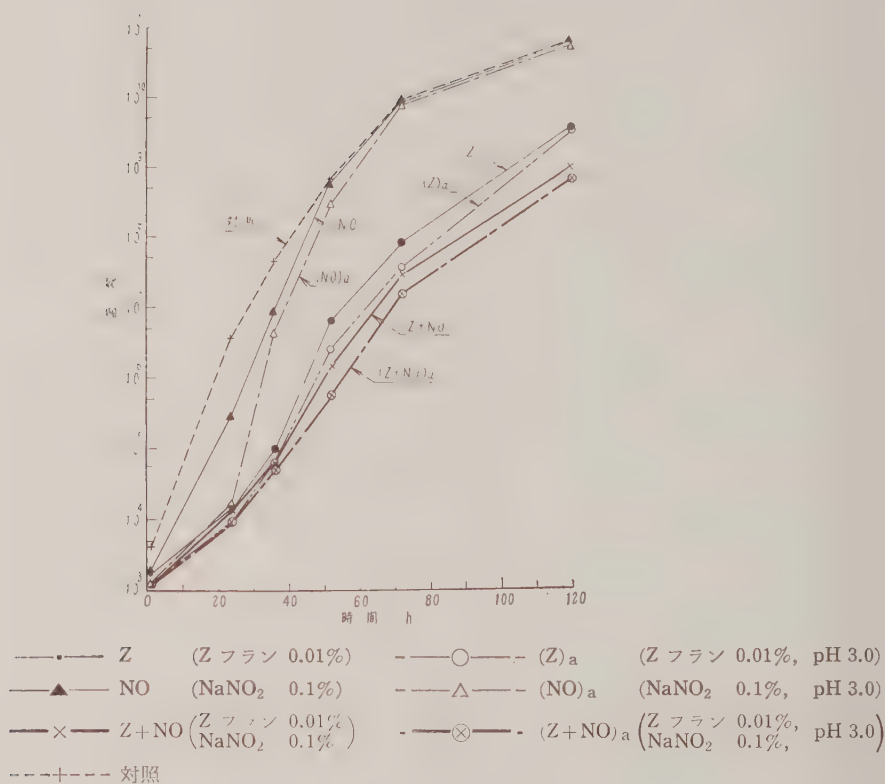
第 5-B 表 pH の変化 (供試材料 カキ
温度 4.5~11.5°C)

F: フラスコン, GF: グラスフロン, Z: Z フラン, PZ: パナゾン

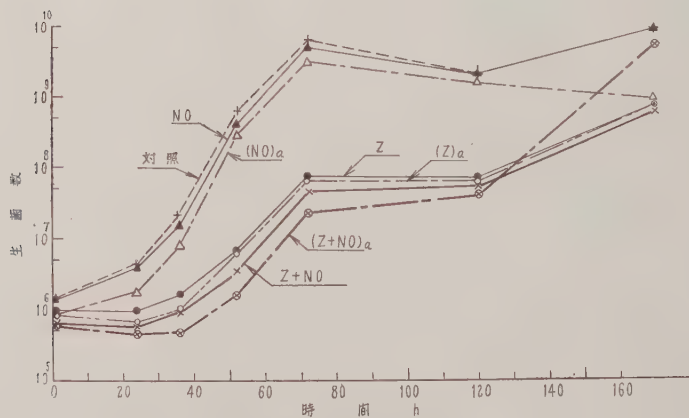
PB: パラチニル安息香酸エステル, S: サリチル酸, NO: NaNO_2 , B: 硼酸

措 置	防腐剤	濃 度 (%)	経 過 時 間					
			24 h	36	2 d	3	5	7
単 酸 無 添 加	F	0.01	6.4	6.2	6.0	5.8	5.2	4.8
		0.003	6.4	6.2	6.0	5.8	5.2	4.8
		0.002	6.2	6.0	5.8	5.6	5.0	4.6
		0.001	6.2	6.0	5.6	5.4	5.0	4.6
	GF	0.01	6.4	6.2	6.0	5.8	5.2	4.8
		0.003	6.4	6.2	6.0	5.8	5.2	4.8
		0.002	6.2	6.0	5.8	5.6	5.0	4.8
		0.001	6.2	6.0	5.6	5.4	5.0	4.6
	Z	0.01	6.4	6.2	6.0	5.8	5.2	4.8
		0.003	6.4	6.2	6.0	5.8	5.2	4.8
		0.002	6.3	6.2	6.0	5.6	5.0	4.6
		0.001	6.2	6.0	5.8	5.6	5.2	4.8
	PZ	0.01	6.4	6.2	6.0	5.8	5.2	4.8
		0.003	6.4	6.2	6.0	5.8	5.2	4.8
		0.002	6.3	6.2	6.0	5.6	5.0	4.6
		0.001	6.2	6.0	5.8	5.6	5.2	4.8
	PB	0.02	6.2	6.0	5.8	5.4	5.0	4.6
		0.01	6.2	6.0	5.6	5.2	5.0	4.6
		0.005	6.0	6.0	5.4	5.0	4.6	4.8
	NO	0.1	6.4	6.2	6.0	5.4	5.0	4.6
		0.02	6.2	6.0	5.6	5.2	5.0	4.6
		0.01	6.0	6.0	5.4	5.0	4.6	4.8
	B	0.2	6.0	5.8	5.4	5.0	4.6	4.8
		0.1	6.0	5.6	5.2	4.8	4.6	4.8
用 塩 酸 添 加	F	0.01 (pH 3.0)	6.2	6.0	5.6	5.2	4.8	5.0
		0.003 (pH 4.0)	6.2	6.0	5.6	5.2	4.8	5.0
		0.002 (pH 5.0)	6.0	5.8	5.6	5.2	4.8	5.0
	Z	0.01 (pH 3.0)	6.4	6.2	5.8	5.4	5.0	5.0
		0.003 (pH 4.0)	6.4	6.2	5.8	5.2	5.0	5.0
		0.002 (pH 5.0)	6.2	6.0	5.6	5.2	5.0	5.0
		0.001 (pH 5.5)	6.2	5.8	5.6	5.0	4.8	5.0
	PB	0.02 (pH 3.0)	6.2	5.6	5.2	4.8	4.6	5.0
		0.01 (pH 4.0)	6.2	5.6	5.0	4.8	4.6	5.0
		0.005 (pH 5.0)	6.2	5.4	5.0	4.8	4.6	5.0
	NO	0.1 (pH 3.0)	6.4	6.2	6.0	5.8	5.4	5.0
		0.02 (pH 4.0)	6.4	6.2	6.0	5.8	5.2	5.0
		0.01 (pH 5.0)	6.2	5.8	5.2	5.0	4.8	5.0

複 加 添	塩 酸 無 添 加	F + Z	0.01 +0.01	6.4	6.2	6.0	5.8	5.6	5.0	
			0.003+0.003	6.4	6.2	6.0	5.8	5.6	5.0	
			0.002+0.002	6.4	6.0	5.8	5.6	5.4	5.2	
			0.001+0.001	6.4	6.0	5.6	5.0	4.8	4.8	
		F+PB	0.01 +0.02	6.4	6.2	6.0	5.6	5.0	4.8	
			0.003+0.01	6.4	6.2	6.0	5.4	4.8	4.8	
			0.002+0.005	6.4	6.0	5.8	5.4	4.8	5.0	
		F+NO	0.01 +0.1	6.4	6.2	6.0	5.6	5.0	4.8	
			0.003+0.02	6.4	6.2	6.0	5.6	5.0	4.8	
			0.002+0.01	6.4	6.0	6.0	5.6	5.0	4.6	
		Z+PB	0.01 +0.02	6.4	6.2	6.0	5.6	5.0	4.8	
			0.003+0.01	6.4	6.2	6.0	5.6	5.0	4.8	
	0.002+0.005		6.4	6.2	6.0	5.4	5.0	4.8		
	加	Z+NO	0.01 +0.1	6.4	6.2	6.0	5.6	5.2	5.0	
			0.003+0.02	6.4	6.2	6.0	5.6	5.2	5.0	
			0.002+0.01	6.4	6.2	6.0	5.4	5.0	4.8	
			0.001+0.005	6.4	6.2	6.0	5.4	5.0	4.8	
		PB+NO	0.02 +0.1	6.4	6.2	5.8	5.2	4.8	4.8	
			0.01 +0.02	6.4	6.0	5.6	5.0	4.8	5.0	
			0.005+0.01	6.4	6.0	5.4	4.8	4.8	5.0	
	用	塩 酸 添 加	F + Z	0.01 +0.01	6.4	6.2	6.0	5.8	5.4	5.0
				0.003+0.003	6.4	6.2	6.0	5.8	5.4	5.0
				0.002+0.002	6.4	6.0	5.8	5.6	5.2	5.0
0.001+0.001				6.2	6.0	5.8	5.4	5.0	5.0	
F+PB			0.01 +0.02	6.4	6.0	5.6	5.2	5.0	5.0	
			0.003+0.01	6.4	6.0	5.6	5.2	5.0	5.0	
			0.002+0.005	6.2	6.0	5.6	5.0	4.8	5.0	
F+NO			0.01 +0.1	6.4	6.2	6.0	5.8	5.4	5.0	
			0.003+0.02	6.4	6.2	6.0	5.8	5.4	5.0	
			0.002+0.01	6.4	6.0	5.8	5.6	5.2	5.0	
Z+PB			0.01 +0.02	6.4	6.0	5.8	5.4	5.0	5.0	
			0.003+0.01	6.4	6.0	5.7	5.4	5.0	5.0	
		0.002+0.005	6.4	6.0	5.6	5.2	5.0	5.0		
加		Z+NO	0.01 +0.1	6.4	6.2	6.0	5.8	5.4	5.0	
			0.003+0.02	6.4	6.2	6.0	5.8	5.4	5.0	
			0.002+0.01	6.4	6.2	5.6	5.2	5.2	5.0	
		PB+NO	0.02 +0.1	6.4	6.0	5.4	5.0	4.8	5.0	
			0.01 +0.02	6.4	6.0	5.4	4.8	4.8	5.0	
			0.005+0.01	6.2	6.0	5.4	4.8	4.8	5.0	
		対 照	塩 酸 添 加	pH 3.0	5.8	5.8	5.4	5.0	4.6	4.8
4.0					5.8	5.6	5.4	5.0	4.6	4.8
5.0					6.0	5.6	5.0	4.8	4.6	4.8
					6.4	6.0	5.8	5.6	5.2	5.0

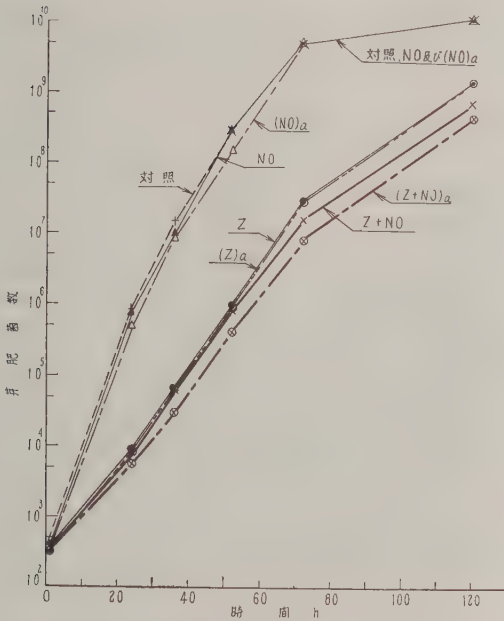


第 1-A 図 生菌数の変化 (供試材料: ホンマダロ)

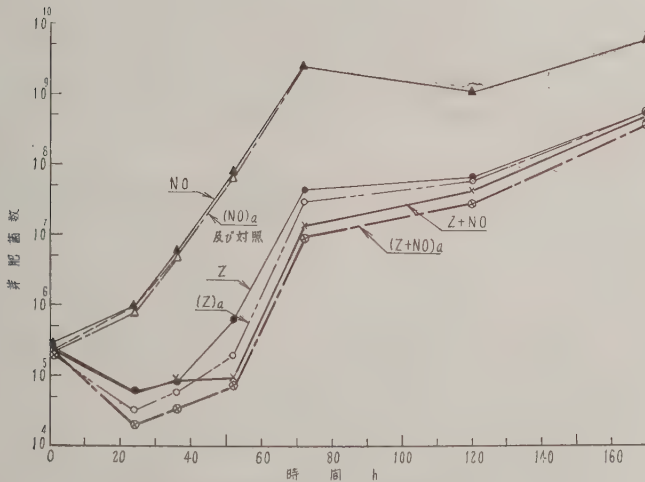


第 1-B 図 生菌数の変化 (供試材料: マダギ)

(記号の用い方は第 1-A 図に同じ)



第 2-A 図 芽胞菌数の変化 (供試材料: ホンマグロ)
(記号の用い方は第 1-A 図に同じ)



第 2-B 図 芽胞菌数の変化 (供試材料: マガキ)
(記号の用い方は第 1-A 図に同じ)

b) **Furan 化合物と既知防腐剤とを組合せた複合** Furan 化合物と NO 或は PB とを組合せた複合液の場合には、特に NO との複合液は F+Z と同等或はそれ以上の防腐効力を表わすこともある。かように効力の強化された理由は、芽胞菌には Furan 化合物が強力に作用し、Furan 化合物では殆ど抗菌力のない Ps. fluor. liq. に対しては NO が強い抗菌作用を表わすためである。

c) **既知防腐剤同志を組合せた複合** NO, PB, B などの既知防腐剤同志を複用した場合はその細菌に対する繁殖抑制効果はそれぞれを単用する場合よりはやや大きいに止まり、Nitrofuran 化

化合物単用の場合よりもはるかに小さい。またこのような抗菌力の微弱な防腐剤同志の複合液は、作用 52 時間位より後になると抑制効力は著しく減退し、72 時間位から以後はその効力は殆ど認められなくなる。

d) 複用による抗菌力の安定性 防腐剤単用の場合でも、pH 3.0 の塩酸溶液とする場合、魚肉処理後 2~3 日間は塩酸によって防腐剤の抗菌作用が強化され、塩酸々性 pH 3.0 の F, Z 或は NO, PB の各単用の効力は魚肉処理後 36 時間位までは F+Z, F+NO, F+PB, Z+NO, Z+PB の如き Furan 化合物との複用の場合よりも抗菌力が少し大きい。52 時間位より後においては、上記の中性複合液の方が抗菌力は強い。即ち Furan 化合物を主剤とする複合防腐剤は酸性にして単用する場合よりも抗菌力が持続し作用上安定であるといえる。

1・4・2 防腐剤の最小適正濃度

実験結果から考察すると、Nitrofurane 化合物では、濃度が 0.002% では防腐効力は 0.01% の場合よりやや劣るが、0.002~0.003% の範囲内では濃度による効力の差は非常に小さい。そしてこの濃度で十分な抗菌力をもっている。しかし 0.0015% では実用上の効果が認め難い。故に Nitrofurane 化合物単用の場合には、実用上の最小適正濃度としては 0.003% と採るのが妥当であると考えられる。

複合防腐剤の場合には、pH 3.0 の塩酸液を溶液とした上記濃度の Nitrofurane 化合物同志、または Nitrofurane 化合物 0.003% を主防腐剤としこれに NO 0.1% 或は PB 0.02% を複合させたものが実用上適切である。

2. Nitrofurane 化合物と既知防腐剤との魚貝類鮮度保持効力の外観による比較試験

防腐剤の魚貝類鮮度保持効力の判定には、前項の如き定量試験が最も確実であるが、これには専門の技術と設備とまた長時間を要し、実用に適しない。よつて実用的な方法として、官能により外観などによつて鮮度保持効力を比較試験することを試みた。その結果は、当然のことながら、前項の定量試験と同様であり、定量実験結果に対する実用的裏付となすことを得た。

2・1 供 試 魚 貝 類

供試魚貝類は東京都中央市場より購入し、その種類は季節に従い次のものをえらんだ。

第 6 表 外観による防腐効力比較試験材料

種 類	漁 獲 地	漁獲後供試までの		大きさ (5~10尾平均)			時 期
		経過時間	温 度 °C	体長 cm	体幅 cm	体 重 g	
マ ア ジ	小田原近海	8~12時間	12~18	15	×4.5	57.3	5月中旬
マイワシ	茨城県沖合	12~16 "	13~16	23.5	×4.3	85.2	10月中旬
サ ン マ	金 華 山 沖	2~3日	氷藏 5~8	31.5	×3.6	85.8	11月中旬
ボ ラ	館 山 沖 合	12~20時間	10~16	26	×5.8	165	4月下旬
ホンサバ	千葉県沖合	12~18 "	10~12	28.5	×8	265	10月中旬
ホンマグロ	三宅一八丈島	4~5日	氷藏 4~6	—	(替肉 ブロック 6 kg)		8月中旬
クルマエビ	愛 知 県	12~18時間	氷藏 4~6	13	×3	13	10月中旬
スルメイカ	下 田 港 沖	10~14 "	氷藏 8~10	—	—	215	10月中旬
マ ガ キ	松 島 湾	卸身後 16~24 "	2~7	—	—	13.2	2月中旬

2・2 供試防腐剤及び使用濃度

供試防腐剤の種類は、F, Z, B, NO, PB (第 1 表に示す略号による) の 5 種を採り、水溶液及

び pH 3.0 塩酸溶液の 2 種とし、使用濃度はそれぞれ、F 0.003%, Z 0.003%, B 0.02%, NO 0.1%, PB 0.01% とした。複合使用の組合せは、水溶液では NO+PB の 1 区、pH 3.0 塩酸溶液では、F+Z, Z+NO, Z+PB, NO+PB の 4 区である。なお単用区の対照としては、無添加区、pH 3.0 塩酸区、Z, NO 及び B の各区を設けた。

2・3 試験方法

供試魚貝類としては、なるべく同様な鮮度と外観のものをえらび、小形のものはその 5~8kg をとつて試験に供し、ホンマグロはその背肉 6kg のブロックを採つた。

供試魚貝類を清洗し水を切り、稍予容器に各供試材料を 5kg づつ入れ、その各々に前記の防腐液を 4l づつ加えて 30 分間室温に放置し、その間時々攪拌して防腐液が一樣に作用するようにした。30 分後、防腐液を捨てて供試材料をそのまま容器中に放置した。そしてその後、第 9 表に示されている一定時間毎に外観その他を観察し、また魚体からの浸出液の pH を測定した。

2・3・1 観察事項

観察事項は供試魚貝類の種類により異なるが第 7 表に表わされる通りとした。

表において魚類につき、頭部悪変度とあるのは、魚類では鰓、眼球並びにその周囲が比較的速かに悪変するので、便宜上これらを一括して頭部悪変度とした。またクルマエビの環節部悪変度というのは、脚と頭胸部との環節部及び特に鰓の附着部分が暗緑色に変るのを鮮度判定の日安とし、これを環節部悪変度と表わした。

2・3・2 鮮度保持効力の評定

腐臭、悪変度、弾力、体液の濁度を官能により評定して、その程度を 一十十十卅 で表わし、以上の諸項目及び体液の pH などを総合して食用上の良否を食用価値として 10 点満点で評価した。

2・4 試験結果

試験結果をみると、マアジ、マイワシ、サンマ、ボラ、ホンサバなどの魚類については大体同様の成績が示された。よつてこれら魚類についての成績はマアジを以て代表せしめることとし、試験成績を示すと第 7 表の如くである。

2・4・1 各種供試材料についての成績概要

a) マアジ (16~26°C) 対照は 18~24 時間で食用不適となつたが、微酸性 pH 3.0 塩酸液を溶媒とした F+Z, F+PB, F+NO, Z+PB, Z+NO などの複合液で防腐処理したものは 48~54 時間は腐敗せず食味も殆ど変らなかつた。

b) クルマエビ (10~18°C) マアジの場合と同様であつた。

c) スルメイカ (10~18°C) 対照は 24 時間で腐敗し食用不適となつたのに対し、pH 3.0 の F+Z, F+NO, Z+PB 或は Z+NO の複合防腐液で処理したものは 36 時間に至つて腐臭を発生し表皮は赤変し始めた。即ち複合防腐液で処理することにより鮮度保持時間は約 12 時間延長されたが、イカは、その表皮が極めて緻密なことと、粘液が表皮に多量に且つ濃密に附着しているため、防腐液がイカの体に作用し難く、他の供試魚貝類にくらべて鮮度保持は最も困難であつた。

d) マガキ (4~8°C) 対照は 50 時間内外で変敗し食用不適となつたが、前記の pH 3.0 の諸複合防腐液で処理されたものは 120 時間内外の間腐敗せず、また味も変らなかつた。

2・4・2 防腐剤単用と複用との効果比較

中性の F+Z, F+PB, F+NO, Z+PB, Z+NO などの複合液は、pH 3.0 の F 或は Z 単用と同等或はこれよりやや良好な鮮度保持効力をもち、かつ微酸性の F 或は Z 単用の場合にくらべると、同じ溶液を繰返し数回有効に使用し得る特長がある。

第 7 表 防腐剤の魚貝類鮮度保

Z: Z フラン 0.003%, F: フラスキン 0.003%, NO: NaNO₂ 0.1%,

(A) 魚類,

魚貝類	防腐剤 観察時間 h	対 照	HCl (pH 3.0)		単 用															
					塩 酸 無 添 加												塩			
					Z				NO				B		Z					
					24	36	56	72	24	36	56	72	24	36	24	36	24	36	56	72
マ ア ジ (16~ 26℃)	腐 臭	+	+	+	-	±	+	-	-	±	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+
	表皮悪変度	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+
	頭部悪変度	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+
	体の弾力	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	±	-
	腹部悪変度	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+
	体液の濁度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(16~ 26℃)	体液の pH	6.5	6.8	7.0	6.0	6.5	6.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.4	6.6	7.0	6.6	6.8	6.0	6.2	6.4	6.6
	食用価値	3	2	1	5	3	2	7	6	5	3	5	3	2	3	2	8	7	5	3
ク ル マ エ ビ (10~ 18℃)	腐 臭	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+
	関節悪変度	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	±	+
	肉の弾力	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-
	体液の濁度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
	体液の pH	6.5	6.6	7.0	6.2	6.5	6.8	6.0	6.2	6.5	6.8	6.2	6.6	7.0	6.4	6.8	6.0	6.2	6.4	6.6
	食用価値	3	2	1	6	3	2	7	6.5	5	2	6	3	2	3	2	7	6.5	6	3
ス ル メ イ カ (10~ 18℃)	腐 臭	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	±	+	+	+	+	-	-	+	+
	表皮悪変度	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	体の弾力	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	±	-	-
	体液の濁度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	体液の pH	6.6	6.8	7.2	6.4	6.8	7.0	6.2	6.5	6.8	7.0	6.5	6.8	7.2	6.6	7.0	6.3	6.4	6.6	6.8
	食用価値	3	2	1	6	4	1	6.5	5	3	2	5.5	4	2	3	1	6.5	5	3	2

(B) カ

魚 貝 類	防腐劑 觀察時間 事項	用																			
		対 照			HC1 (pH 3.0)			単 用													
								塩 酸 無 添 加								塩					
		24 50 72			24 50 72			Z				NO				B		Z			
								24 50 96 120	24 50 72	24 50	50 72 120 168										

マ ガ キ (4~ 8℃)	変 敗 臭	—	+	++	—	—	+	—	—	—	±	—	—	+	—	+	—	—	±	+
	色の悪変度	—	+	++	—	+	+	—	—	—	+	—	+	++	—	+	—	—	—	+
	肉の弾力	—	—	—	+	—	—	+	+	+	—	+	±	—	+	—	+	+	+	—
	体液の濁度	+	++	++	—	+	++	—	—	+	++	—	+	++	+	++	—	—	+	++
	体液の pH	5.8	5.2	4.8	6.4	6.0	5.4	6.4	6.2	6.0	5.4	6.4	6.0	5.2	6.4	6.0	6.4	6.2	6.0	5.8
	食用 価値	6.5	5	4	6.6	6	5	7	6.5	6	5	6.5	6	4	6	4	7.5	6.5	6	5

持効力の外観比較試験成績

B: 硼酸 0.02%, PB: パラオキシ安息香酸エステル 0.01%

エビ, イカ

						複 用																	
酸 添 加						塩酸無添加			塩 酸 添 加														
									NO+PB			Z + F				Z+NO				Z+PB			
NO			P B			24 36 56			24 36 56 72				24 36 56 72				24 36 56 72				24 36 56		
24	36	56	24	36	56	24	36	56	24	36	56	72	24	36	56	72	24	36	56	72	24	36	56
—	+	+	—	+	+	—	±	+	—	—	±	+	—	—	±	+	—	—	+	+	+	+	+
—	+	+	—	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+	+	+
—	+	+	—	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+	+	+
+	—	—	+	—	—	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—
—	+	+	—	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.3	6.6	7.0	6.3	6.6	7.0	6.0	6.5	6.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.0	6.2	6.4	6.6	6.0	6.2	6.4	6.6	6.0	6.4	6.8
7	3	2	7	3	1	5	3	2	8	7	6	4	8	7	6	4	8	7	5	2	7	5	3
—	—	+	—	±	+	—	+	+	—	—	±	+	—	—	±	+	—	—	+	+	—	—	+
—	+	+	—	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+
+	—	—	+	—	—	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—
+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	+	—	—	+	+	+	+	+
6.2	6.4	6.8	6.2	6.5	7.0	6.0	6.5	6.8	6.0	6.2	6.5	6.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.0	6.2	6.5	6.8	6.0	6.2	6.8
6.5	6	2	6	3	2	6	3	2	7	7	6	4	7.5	7	6.5	4	7.5	6.5	5.5	3	7	6.5	3
—	+	+	±	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	+	±	—	—	+	±	—	—	—	—	—
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.4	6.6	7.0	6.4	6.6	7.2	6.4	6.8	7.0	6.3	6.4	6.8	7.0	6.3	6.4	6.8	7.0	6.4	6.5	6.8	7.0	6.6	6.8	7.2
5.5	4	3	5	3	2	6.5	4	2	6.5	6	3	2	6.5	6	4	3	6.5	6	4	2	5.5	4.5	3

キ

						複 用																	
酸 添 加						塩酸無添加			塩 酸 添 加														
									NO+PB			Z + F				Z+NO				Z+PB			
NO			PB			NO+PB			Z + F				Z+NO				Z+PB				NO+PB		
24	50	72	24	50	72	24	50	72	50	72	120	168	50	72	120	168	50	72	120	168	50	72	96
—	—	+	—	—	+	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	+	—	±	+
—	+	+	—	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+
+	+	—	+	+	—	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—
—	+	+	—	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.2	6.0	5.8	6.4	6.2	5.2	6.0	5.8	5.4	6.4	6.2	6.0	5.2	6.4	6.2	6.0	5.2	6.4	6.2	6.0	5.2	6.0	5.6	5.0
6.5	6	5	6.5	6	4	6.5	6	5	7.5	6.5	6	5.5	7.5	6.5	6	5.5	7.5	6.5	6	5	6.5	5	4

NO+PB の複合防腐液は NO 或は PB の単用よりは効力が大きい、F 或は Z の単用よりは効力が弱い。

pH 3.0 の複合防腐液で 1 時間処理した後、これを液より取上げて処理液を拭去る時は、マアジ、マイワシ、マガキなどの如く小形の魚貝は、処理後 5~9 時間位は微酸味をもつが、12 時間以上経過する時は、酸味は感じられなくなる。また魚貝類を防腐液より取出して数回水洗する時は、酸味は非常に微弱となる。しかも数回的水洗では鮮度保持効力はあまり低下しないことが認められた。

摘 要

1. Furan 化合物を中心として、その単用による防腐効果を、これに既知防腐剤を複合使用した場合のそれと比較した。

2. 組合せに使用した p-hydroxy butyl benzoate, NaNO_2 , Salicylic acid, Boric acid の中では、はじめの 2 種が最もよく複用の効果を示した。

3. この複合防腐剤の効力を更に安定させる手段としては、塩酸添加によつて全液を pH 3.0 にすることも有効である。

4. 推奨できる複合防腐液各成分の組成は、Furan 化合物 0.003%, p-hydroxy butyl benzoate 0.02% 或は NaNO_2 0.1% が実用的である。

終りに実験に助力された戸沢晴己、福田正彦の両氏に感謝の意を表わす。

文 献

- 1) 鉄本, 興津, 福田: 日水誌, **20**, 12, (1955).
- 2) 照井, 芝: 生産と技術, **3**, 1, (1951).
- 3) 相磯, 柳沢: 千葉大腐研報告, **3**, 1-48 (1950).
- 4) 宮本, 依田, 中尾, 柳町, 越沼: 日衛生学誌, **4**, 4 (1950).
- 5) 鉄本, 内山, 横山, 興津: 日水誌, **19**, 1, (1953).
- 6) 富山, 黒木, 米, 前田, 本田: 日水誌, **22**, 2, (1953).
- 7) 富山, 米, 黒木, 野村, 原: 日水誌, **22**, 2, (1953).
- 8) 篠山, 浜田, 江平, 山田: 西海区水研報告, 12 号, (1957).
- 9) 千葉県水試報告, **3**, 3, (1952).
- 10) 北海道水試月報, **10**, 11, (1953).

Studies of Preservation of Marine Products by Chemical Preservative—IV

Effect of Nitrofuran Compounds on the Keeping Quality of Raw Fish and Shellfish

Sogo TETSUMOTO

Synopsis

Though the derivatives of nitrofuran compound indicate a fairly remarkable prohibition on the growth of common microorganisms related to fish spoilage, the present

test reveals that the effect can be enhanced when the drug is coupled with some other chemicals such as sodium nitrite or parahydroxybutylbenzoate. However, the combination of sodium nitrite and parahydroxybutylbenzoate was found not feasible to give any increase of inhibitory action than the single use of each component.

The bacteriostatic capability of the conjugated preservative which consists of nitrofurantoin compound and one of the above-said agent can stand longer if the reaction of the solution is adjusted to pH 3.0 with HCl, the concentration of which makes little damage on the quality of fish due to acidification.

In case of single usage of nitrofurantoin compound, a minimum concentration to remain preservative effect could be suggested as 0.003%, while for the coupling application, 0.1% sodium nitrite or 0.02% parahydroxybutylbenzoate will be recommended to be added to the main preservative, 0.003% nitrofurantoin compound, for practical purposes.

